



TITLE:

中間成果報告：超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究(IUGONET) 平成21-23年度

AUTHOR(S):

IUGONETプロジェクトチーム

CITATION:

IUGONETプロジェクトチーム. 中間成果報告：超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究(IUGONET) 平成21-23年度. 2012

ISSUE DATE:

2012-05

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/159466>

RIGHT:

/ This is not the published version. Please cite only the published version. この論文は出版社版ではありません。引用の際には出版社版をご確認ご利用ください。

中間成果報告

超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究 Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET)

平成 21～23 年度

情報・システム研究機構 国立極地研究所

名古屋大学太陽地球環境研究所

京都大学生存圏研究所

京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター

京都大学大学院理学研究科附属天文台

九州大学宙空環境研究センター

東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター

本報告書は、文部科学省特別教育研究経費(研究推進)[平成 21 年度]および特別経費(プロジェクト分)[平成 22 年度以降]の交付を受けて、平成 21 年度より 6 カ年の計画で実施している大学間連携事業「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」(Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork; 略称 IUGONET)の前半 3 年間(平成 21～23 年度)の成果を取りまとめたものである。

平成 24 年 5 月

IUGONET プロジェクトチーム

目 次

1. 事業の目的と経緯	1
1.1 事業の必要性	1
1.1.1 目的・目標	1
1.1.2 必要性・緊急性	2
1.1.3 独創性・新規性	3
1.2 事業実施体制	3
1.3 事業実施計画	5
1.4 事業達成による波及効果	8
1.4.1 学問的効果	8
1.4.2 社会的効果	8
1.4.3 改善効果	8
2. 中間成果の概略	10
3. 中間成果の詳細報告	16
3.1 メタデータの作成	17
3.1.1 IUGONET 共通メタデータフォーマットの策定	17
3.1.1.1 SPASE 採用の経緯と概要	17
3.1.1.2 IUGONET 独自の改訂	19
3.1.2 メタデータ作成の計画と現状	22
3.1.3 メタデータ登録システムの整備と運用	24
3.1.4 一般向けメタデータ作成の手引きの作成・公開	27
3.1.5 今後の展望	29
3.2 メタデータ・データベースシステムの構築	31
3.2.1 DSpace 採用の経緯と概要	31
3.2.2 IUGONET におけるカスタマイズとその概要	31
3.2.3 今後の展望	38
3.3 データ解析ソフトウェアの開発	40
3.3.1 開発方針	40
3.3.2 TDAS の概要	40

3.3.3 UDAS の開発と現状	42
3.3.4 今後の展望	47
3.4 アウトリーチ活動	53
3.4.1 従来型広報手段の利用	53
3.4.1.1 Web による広報	53
3.4.1.2 学会におけるブース展示	54
3.4.2 ソーシャルネットワークを用いた広報	54
3.4.2.1 Twitter の利用	55
3.4.2.2 Facebook の利用	55
3.4.2.3 YouTube の利用	55
3.4.2.4 UStream の利用	56
3.4.3 今後の展望	56
3.5 サイエンス研究への応用	57
3.5.1 経緯と目的	57
3.5.2 研究テーマと概要	57
3.5.2.1 太陽画像データ解析に基づく、超高層大気への太陽紫外線の影響	57
3.5.2.2 地磁気静穏日変化の振幅変動をプロキシとした超高層大気の長期変動	59
3.5.2.3 磁気嵐におけるグローバルな地磁気変動と電離圏擾乱ダイナモとの関係	60
3.5.2.4 赤道ジェット電流の強度変動と熱圏・中間圏における大気擾乱との関係	62
3.5.2.5 多様な太陽地球環境データの相関解析及びその統計検定パッケージの開発	63
3.5.2.6 低軌道衛星観測による地磁気嵐急始 (SC) の中低緯度における電場応答の研究	64
3.5.3 まとめと今後の展望	65
4. まとめと今後の課題	67
Appendix A. IUGONET 各研究機関の登録済みメタデータのリスト	68
Appendix B. 会議・研究集会の開催	70
Appendix C. 成果発表	77

第1章 事業の目的と経緯

1.1 事業の必要性

1.1.1 目的・目標

地表から高度約 100km より上空の地球を取り巻く大気・プラズマ領域は超高層大気と呼ばれ、宇宙空間および下層大気の両者からの影響を強く受ける領域である。超高層大気では、太陽紫外線や太陽風からのエネルギー注入、大気波動による対流圏・成層圏・中間圏からのエネルギーや運動量の流入、電離圏およびプラズマ圏における電磁エネルギー輸送・プラズマ流・各種化学反応、といった多様なプロセスが複雑に絡みあい、それらが複合して全地球規模の大気大循環にも大きな影響を与えていることが近年明らかになってきた。これらの超高層大気現象およびその最大のエネルギー源である太陽活動を継続的に監視するためには、大気レーダー・磁力計・光学観測装置・太陽望遠鏡などの多様な全地球ネットワーク観測が必須であり、国立極地研究所、名古屋大学、京都大学、九州大学、および東北大学などが、国際協力の下、赤道域、中緯度、極域において展開している。

これらの観測結果は各研究機関がデータベースとして公開しており、個別の観測・研究に深く関係する特定分野で主に利用されてきた。しかし、これらを有機的に連環させ、広く相互参照しつつ解析することによってのみ超高層大気変動機構の総合的解明が可能となり、その結果、地球環境変化の予測ならびに宇宙を利用した社会基盤の安全確保に貢献できる。そのためには、データの観測場所・日時、意味、観測装置の特性、データの責任者など、データの特質を要約する情報(メタデータもしくはメタ情報)を抽出して、これを広く国内外の関連研究者が共有できるシステムを構築する必要がある。

本事業(以下、IUGONET プロジェクト)では、地上からの超高層大気および太陽観測において、これまで世界的にもリードしてきた研究機関・組織である国立極地研究所、名古屋大学(太陽地球環境研究所)、京都大学(生存圏研究所、大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター、大学院理学研究科附属天文台)、九州大学(宙空環境研究センター)、および東北大学(大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター)の 5 機関 7 組織が連携し、プロジェクト参加機関および関連の研究者がインターネット上で仮想的に集まって情報交換ができる枠組み「超高層大気科学バーチャル情報拠点」(図 1.1.1)を確立する。これを活用し、上述のメタデータに関するデータベース構築をはじめ多様な観測データの効率

的な流通や利用を促進するためのインフラを開発・整備して広く研究者に公開するとともに、IUGONET プロジェクト参加機関が中核となって全国の大学・研究機関の緊密な研究連携体制を構築することで、超高層大気の大規模な複合的作用の機構と環境への長期的影響、あるいは逆に、環境変動が超高層大気に及ぼす影響を解明することを目的とする。

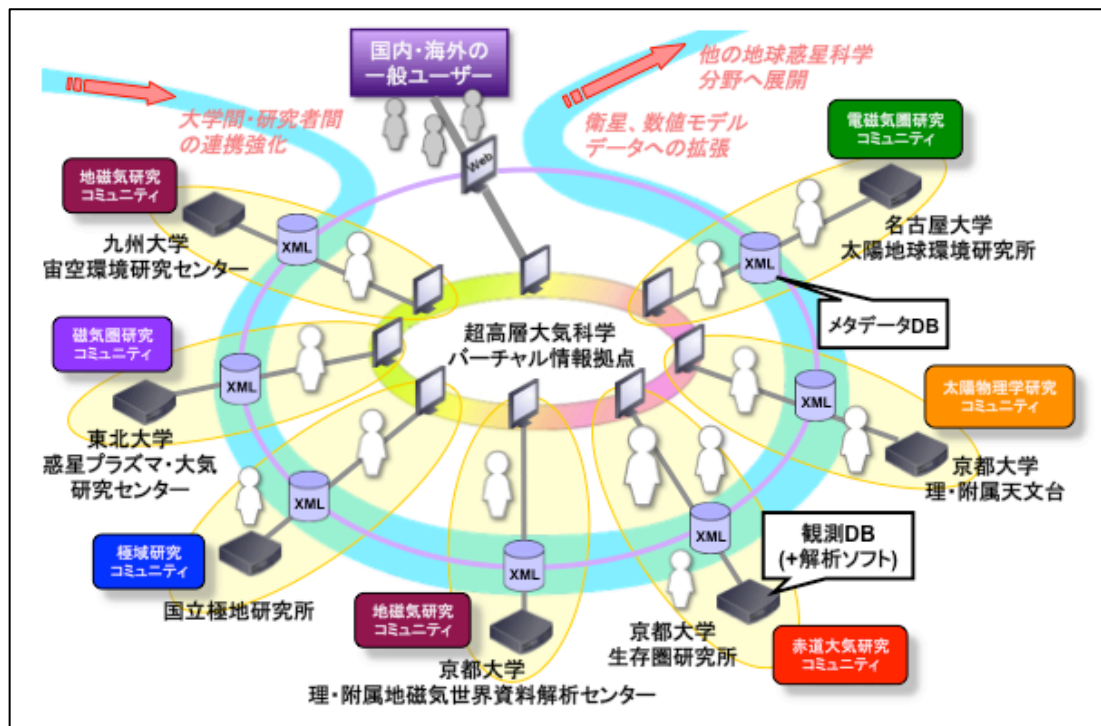


図 1.1.1：超高層大気科学バーチャル情報拠点の模式図。

1.1.2 必要性・緊急性

極域の超高層大気は中低緯度及び中層・下層大気圏と様々な大気波動プロセスにより結合している。これら大気波動によるエネルギー輸送、大気循環に伴う物質の移動と電離圏・プラズマ圏における電磁エネルギー輸送、プラズマ流、化学反応などが複合したグローバルな現象を解明するためには、極域におけるレーダーやオーロラ・地磁気変動観測に加え、中・低緯度に広がるレーダーを含めた地磁気・光学観測の地球規模のネットワーク観測が必要である。

また、超高層大気諸現象のエネルギー源である太陽活動の継続的観測も重要である。これらの観測結果はそれぞれの担当機関がデータベース化し、公開されており、個別の現象の理解に向けた研究が深化している。しかし、超高層大気が長期変動する機構の全貌を解

明するには、多種多様なデータベースを有機的に結合させ、様々な視点から総合的に解析する必要がある。本計画で実現しようとする仮想的な研究協力体制である「超高層大気科学バーチャル情報拠点」は、各機関に分散しているデータベースを俯瞰的に参照し、総合解析を実現するためのシステムであり、革新的な研究進展が期待される。また、超高層プラズマ環境の連続的監視は、宇宙利用の社会基盤（衛星システム、通信・放送、衛星測位など）の安全確保にも大きく貢献する。

最初の本格的な国際協同観測事業である IGY(国際地球観測年; 1957～1958 年)により開始された全球超高層観測が長期に継続された結果、南極オゾンホールが発見、グローバルな地球温暖化などの地球環境変動が解明されつつある。また、IGY から 50 周年に実施された、超高層大気観測に関する国際共同研究計画〔CAWSES(太陽地球系の天気と気候、2004～2008 年)、IPY(国際極年、2007～2008 年)、IHY (国際太陽系観測年、2007～2009 年)、eGY(国際デジタル地球年、2007～2008 年)など〕を契機にさらに多くの観測が広がりつつある。こうして、爆発的に増大している多種多様な観測データを総合的に結合することが国際的に期待されていることから、本事業は時宜を得ている。

1.1.3 独創性、新規性

極域から赤道域までの領域が複雑に影響を及ぼし合う超高層大気の擾乱に関する世界最高水準の研究を行うためには、全地球的な観測網を基礎に、関係組織が連携する必要がある。IUGONET プロジェクトに参加する国立極地研究所、名古屋大学、京都大学、九州大学、および東北大学ではそれぞれ世界最先端の設備を用いて、極域から赤道域にいたる全球で広汎な高度領域にまたがる観測を実施している。本事業では、各研究機関が取得・蓄積しているデータベースからメタ情報を抽出し、広く共有するネットワークを実現するが、これをきっかけに、国内外の研究者がネットワーク上で仮想的に集結する「超高層大気科学バーチャル情報拠点」という新たなコンセプトの共同研究体制を創成する。

1.2 事業実施体制

前述のように、IUGONET プロジェクトは、国立極地研究所、名古屋大学(太陽地球環境研究所)、京都大学(生存圏研究所、大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター、大学院理学研究科附属天文台)、九州大学(宙空環境研究センター)、および東北大学(大学院

理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター)が連携し、「超高層大気科学バーチャル情報拠点」を組織する。これらプロジェクト参加機関は運営委員会を設けて、各機関の緊密な連携協力を図るとともに、プロジェクトを推進・統括する。超高層大気科学バーチャル情報拠点はディレクターの指揮の下に運営され、各機関からはメタ情報システム開発員を中心とするデータベース担当者が参加する。さらに、本プロジェクトにおける大学間の連携を推進するため、共同利用・共同利用拠点(名古屋大学太陽地球環境研究所、京都大学生存圏研究所)や大学共同利用機関(国立極地研究所)の諸機能を活用する。

なお、本プロジェクトによって、超高層大気科学バーチャル情報拠点のディレクター、各機関においてプロジェクトの開発に携わる研究員(メタ情報システム開発員)および研究支援員を雇用する。

以下に、平成 21-23 年度における IUGONET プロジェクトの実施体制を示す。

- 情報・システム研究機構 国立極地研究所
佐藤 夏雄、中村 卓司、宮岡 宏、岡田 雅樹、富川 喜弘、田中 良昌、田所 裕康
[H22.4～H23.3]、元場 哲郎[H23.4～]
- 名古屋大学太陽地球環境研究所
藤井 良一、荻野 竜樹、三好 由純、大塚 雄一、堀 智昭、河野 貴久[～H23.6]、梅村 宜生[H23.8～]
- 京都大学生存圏研究所
津田 敏隆、*林 寛生、新堀 淳樹[H22.4～]、橋口 典子
- 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
家森 俊彦、藤 浩昭、竹田 雅彦、能勢 正仁、小山 幸伸、吉田 大紀[～H23.3]
- 京都大学大学院理学研究科附属天文台
柴田 一成、上野 悟、金田 直樹
- 九州大学宙空環境研究センター
湯元 清文、池田 大輔、阿部 修司
- 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター
小野 高幸、寺田 直樹、加藤 雄人、笠羽 康正、岡野 章一、熊本 篤志、坂野井 健、三澤 浩昭、鍵谷 将人[～H23.3]、米田 瑞生[H23.4～]

※ 太字は機関代表

※ 斜字はプロジェクト開発メンバー

※ *印は超高層大気科学バーチャル情報拠点ディレクター

※ 下線は本プロジェクトで雇用された研究員・研究支援員

1.3 事業実施計画

項目		H21	H22	H23	H24	H25	H26	備考
バーチャル 情報拠点	構築と運営	システム導入						多点情報交換システムを各機関に導入し、緊密な連携体制を実現する。
	拡大							プロジェクトの成果を総括し、関連他分野への拡大や統合を検討する。
メタデータDB システム	システム開発	プロトタイプ調査・開発	公開バージョン開発	一般に公開				DSpaceをベースに、メタデータの登録・検索などを行うシステムを開発する。
	システム運用				計算機環境の増強・更新			メタデータDBの定常運用を行う。定期的なカスタマイズを行う。
メタデータ	共通フォーマット策定	Ver.1の策定	ドキュメント整備	必要に応じてフォーマットのアップデートを実施				超高層大気地上観測データに適した共通のメタデータフォーマットを策定する。
	メタデータ作成		メタデータ作成スタート	一般に公開	後半はDB化されていないデータや比較的古いデータなどを中心に扱う			各機関の観測データからメタデータを抽出し、DB化する。
データ解析 ソフトウェア	調査・仕様策定	開発環境整備 仕様策定	ドキュメント整備					各機関の観測データに即した可視化・解析ソフトの仕様を策定する。
	プログラム開発		プログラム開発スタート	一般に公開	後半はDB化されていないデータや比較的古いデータなどを中心に扱う			IDL+TDASを用いたプログラム開発を進める。
その他	観測DB再整備		メタデータ作成・解析ソフト開発に対応した再整備		後半はアナログデータのデジタル化など、DB化されてないデータの整備も行う			各機関で観測DBの再整備を進める。未公開データについてもDB化に取り組む。
	サイエンス研究への応用			開発プロダクトを利用して、各機関の観測データを用いた分野横断型の解析研究を行う				開発プロダクトの自己評価および実践的な利用方法の紹介を行う。
	情報発信・アウトリーチ活動	ホームページ立ち上げ		開発プロダクトに関する定期的な講習会やSNSを利用したチュートリアル動画の配信などを実施する				IUGONETの開発プロダクトが研究インフラとして根付くための普及・宣伝活動を行う。

図 1.3.1 : IUGONET プロジェクトの年次計画。

図 1.3.1 は、6 カ年の IUGONET プロジェクトにおける年次計画(平成 21～26 年度)の概要を表したものである。プロジェクトの活動は、前述の「超高層大気科学バーチャル情報拠点」の基盤となるシステムを導入し、プロジェクト参加機関の連携強化および開発体制を確立することからスタートする。前半年度(平成 21～23 年度)は、メタデータおよびメタデータ・データベースシステムに関する開発が中心となる。また、各機関が所有する観測データの利用促進のため、それぞれのデータに即した共通の解析ソフトウェアの開発も行う。初年度(平成 21 年度)においては、いずれの開発項目においても調査、設計、仕様策定といった作業になるが、特に、「共通メタデータフォーマット」の策定は最重要課題であり、これがなければメタデータの作成ができないのはもちろん、メタデータを登録するデータベースシステムの設計や将来的にメタデータ・データベースとの連携を想定するデータ解析ソフトウェアの仕様策定にも影響する。初年度の成果を基礎として、平成 22 年度からは本格的な開発が始まり、平成 23 年度にはこれらの開発プロダクトを一般に公開する予

定である。プロジェクトの後半年度(平成 24～26 年度)においてもメタデータおよびデータ解析ソフトウェアの開発は継続され、その対象は各機関・組織が所有する観測データの中でも扱いが難しいデータ(データベース化されていない古いものやデジタル化・電子化が必要なものなど)へと移されていく。一方、メタデータ・データベースやデータ解析ソフトウェアの開発・整備と平行して、これらに即した観測データベースの再整備もプロジェクト参加各機関において継続的に進めていく。さらに、本プロジェクトで開発するプロダクトを研究コミュニティにおいて欠かせないインフラとして定着させるための普及・宣伝活動をプロジェクト後半年度の重要な活動項目とする。開発プロダクトのサイエンスへの応用を目指し、様々な共同研究や教育活動に参加してメタデータ・データベースやデータ解析ソフトウェアを利用することで、問題点の修正や新たな機能の追加といった定常的なアップデートにつなげる一方、学会等の発表を通して開発プロダクトの利用方法を広く研究者に紹介する。また、講習会や研究集会の開催といったアウトリーチ活動やインターネットを利用した様々な情報発信にも積極的に取り組む。最終年度には、IUGONET プロジェクトの成果を統括し、超高層大気地上観測以外の関連他分野への拡大や統合について検討する。

以下に、平成 21～23 年度の年度ごとに設定された実施計画を記す。

【平成 21 年度】

各機関が国際展開している超高層大気観測機器について、維持・運営経費ならびに現地出張旅費等を主に学内負担経費で賄い、観測を継続し、リアルタイムでデータ収集を行う。本事業費により、各研究機関それぞれにおいてデータを蓄積するためのデータベース装置を整備し、データ解析・データ表示ソフトウェアを導入して、データ解析環境を整える。データベース開発には、研究員(メタ情報システム開発員等)並びに研究支援職員を新たに雇用する必要がある。

参加機関の間の緊密な連携に必須である多点情報交換システムを導入するが、その中央制御装置を学内負担で京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センターに設置する。一方、本経費で「バーチャル情報拠点ディレクター」を京都大学生存圏研究所に配置し、全体を統括・制御する。

また平行して、同・端末装置を国立極地研究所ならびに他の 4 機関に整備する。このシステムにより「超高層大気科学バーチャル情報拠点」を実現し、多くの関連研究者が協働

参画する定例研究打ち合わせを実施する。特に、国際的に展開している超高層大気ネットワークによる観測データについて、メタ情報の統一形式を定める。また、データベースの保存形式およびデータ解析ソフトウェアの仕様を策定する。

【平成 22 年度】

各研究機関が国際展開している超高層大気観測機器について、維持・運営経費ならびに現地出張旅費等を主に学内負担経費で賄い、観測を継続し、リアルタイムでデータ収集を行う。平成 21 年度に導入したデータベース装置とデータ解析・データ表示ソフトウェアを用いて、データベース化とメタ情報の抽出作業を開始する。データベース開発には、研究員(メタ情報システム開発員等)並びに研究支援職員を引き続き雇用する必要がある。

参加機関の緊密な連携に必須である多点情報交換システムは、中央制御装置を京都大学理学研究科附属地磁気世界資料解析センターに、同・端末装置を九州大学、京都大学、名古屋大学及び東北大学並びに極地研究所に平成 21 年度に導入・整備した。このシステムにより「超高層大気科学バーチャル情報拠点」を実現し、多くの関連研究者が共同参画する定例研究打ち合わせを実施して、国際的に展開している超高層大気ネットワークによる観測データについてメタ情報の統一形式を定め、データベースの保存形式およびデータ解析ソフトウェアの仕様を策定した。これらをうけて、データベース化を進め、さらに、メタ情報の抽出作業を開始する。

【平成 23 年度】

前年度に各機関で抽出された各種観測データのメタ情報をデータベースに登録する。インターネットを介してそれぞれのメタデータ・データベースを結び、メタ情報の共有を実現する。メタデータの検索インターフェースについて調査し、超高層大気の地上観測データの利用に適したカスタマイズを行う。一方、同じく前年度に開発された解析ソフトウェアのドキュメントを整備する。これらの作業を行うにあたり、すでに導入・運用されている多点情報交換システムを活用して、頻繁な定例打ち合わせを実施する。そして、メタデータ・データベースおよび解析ソフトウェアを全世界の研究者に公開する。これらの開発を進めるためには、研究員(メタ情報システム開発員)ならびに研究支援員を引き続き本事業費で雇用する必要がある。また、各研究機関が国際展開している超高層大気観測機器については、維持・運営経費ならびに現地出張旅費等を主に学内負担経費でまかなって観測を継続し、リアルタイムでデータ収集を行う。

1.4 事業達成による波及効果

1.4.1 学問的効果

超高層大気中には、太陽や磁気圏尾部からのエネルギー、また、下層の対流圏・成層圏・中間圏からエネルギーや運動量が同時に流入し、超高層大気・プラズマのエネルギーバランスや運動、全地球規模の大気大循環やプラズマ対流に大きな影響を及ぼしていると考えられる。IUGONET プロジェクトを通して、参加 5 機関が所有する地上観測設備の統合・ネットワーク化を進めることにより、「地上からの、超高層大気のリモートセンシング」を全球的スケールで実現し、超高層大気における擾乱現象のメカニズムを解明できる。特に、グローバルな温暖化現象が拡大して現れるとされている超高層大気の長期変動メカニズムを解明することで、地球温暖化の監視と予測に新たな視点をもたらすと期待される。

1.4.2 社会的効果

人類の生存環境は、下は海洋圏・地圏に、上は大気圏・宙空圏にはさまれており、全体として結合した地球システムの一部として成り立っている。今後、地球環境変化の全貌を把握し、将来予測をするには、分野の垣根を越えて、この地球システムの全体を俯瞰する研究が重要である。とりわけ、上層にある超高層大気は生存環境を宇宙空間から隔離し、高エネルギー粒子や太陽光の有害成分(X 線、極紫外線など)の進入を防ぐ保護膜として重要な役割を果たしている。さらに、地表付近では非常に小さな環境変動のシグナルが、超高層大気ではより拡大されて現れることが知られており、今後大気下層で顕在化すると予想される変化の予兆を検出できると期待される。IUGONET プロジェクトの活動を通して、両極域から超高層大気を連続監視することにより、地球温暖化の監視と予測に貢献する。また、太陽活動に起因する超高層プラズマ環境の短期変動を監視・予報することは、地球周回衛星を利用した社会インフラ(衛星通信・放送、GPS 衛星測位など)の安全確保にも貢献する。

1.4.3 改善効果

IUGONET プロジェクトは、国内での地球環境や宇宙天気・気候の学際研究を促進し、国際的リーダーシップを維持するうえで重要である。国際共同研究事業である CAWSES、

IPY、IHY、eGYなどで取得される全球的ネットワーク観測データベースを効率的・能率的に活用できる研究インフラを整備することは大きな国際貢献であり、また、これら国際共同研究事業を契機として急速に進展しつつある地球科学データの国際的ネットワーク化へも寄与する。さらに、共同利用機関・大学間の連携体制によって国際的研究活動を活発に推進することは、これらの機関に所属する学生のみならず、世界中、特にアジア・アフリカ・オセアニア地域の若手研究者をも強く刺激し、高等教育・研究にも大きく貢献できる。

第2章 成果の概略

ここでは、IUGONET プロジェクトの前半にあたる、平成 21～23 年度における成果の概略を述べる。

第 1 章で述べたように、IUGONET では、参加研究機関および関連の研究者がインターネット上で仮想的に集結し、分野をまたがる多様な観測データの流通・利用をとおして緊密な研究協力体制を実現するための枠組みである「超高層大気科学バーチャル情報拠点」(図 1.1.1)を確立する。まず、その基盤となるシステムとして、インターネットを利用し、テレビ会議システム(多点情報交換システム)やウェブ会議システムを導入してリアルタイムの情報交換を可能にする一方、Wiki やメーリングリストなどを整備して非リアルタイムの情報交換も行える体制を構築した。他方、超高層大気科学バーチャル情報拠点の運営を指揮するディレクターを京都大学生存圏研究所に配置し、また、参加各機関では、プロジェクトの開発業務に携わる研究員(メタ情報システム開発員)や研究支援員を雇用して配置した。これら開発メンバー(1.2 節参照)は、バーチャル情報拠点の機能を活用して、互いに遠隔地にありながら頻繁な情報交換を行い、後述する研究インフラの設計・開発をはじめ、全てのプロジェクト活動を推進した。なお、開発メンバーによる公式なオンラインミーティングは、平成 23 年度末までに合計 71 回開催された。

IUGONET プロジェクトでは、「超高層大気科学バーチャル情報拠点」において、各研究機関に分散する観測データベースを有機的に結合させる仕組みを整備する上で、メタデータ(メタ情報)を活用する。メタデータは「データのためのデータ」と呼ばれ、例えば気温や風速のような測定されたデータそのものではなく、観測時刻や場所、測器の種類、データの保管場所、データの保存形式、データに関する問い合わせ先、といったデータの特徴を要約する情報である。このメタデータを各機関が所有する個々の観測データから抽出し、データベース化するためには、共通のフォーマットを策定する必要があるが、IUGONET では、SPASE (Space Physics Archive Search and Extract)コンソーシアムによって作成されたデータモデルを基本とし、超高層大気や太陽の地上観測データの特徴に沿った微小な修正を加えた。SPASE は米国の太陽地球系物理学における複数の Virtual Observatory でも採用されているため、超高層大気科学におけるメタデータフォーマットの世界的なデファクト・スタンダードになる可能性が高い。このような既存の有力なフォーマットを活用することで、将来的に世界中の様々な分野・コミュニティとの間でメタデ

ータの交換や共有を進めることを目指す。プロジェクトでは、初年度(平成 21 年度)に IUGONET 共通メタデータフォーマットを策定し、2 年目以降は各機関において順次メタデータの抽出作業が進められている。なお、平成 23 年度末時点で、後述のメタデータ・データベースに登録済みのメタデータは 160 万件を超える。IUGONET 共通メタデータフォーマット策定の過程やメタデータ作成の詳細については、3.1 節を参照されたい。

IUGONET の共通メタデータフォーマットに基づいて作成されたメタデータを登録してデータベース化し、データの横断検索を可能にするシステムとして、デジタル資産およびそのメタデータを管理するオープンソースのソフトウェアである DSpace を採用した。DSpace はメタデータの登録・検索・収集・提供といった基本的な機能をすでに内包しており、また、初期の検討段階で IUGONET が作成するメタデータも扱えることが確認されていた。そのため、年次計画(図 1.3.1)にあるように、開発するメタデータ・データベースを 3 年目(平成 23 年度)に一般に公開する必要がある IUGONET プロジェクトにおいて、短期間で安定なシステムを構築するのに適していた。一方、IUGONET が構築するメタデータ・データベースは、超高層大気科学バーチャル情報拠点の重要な研究インフラとして、6 カ年のプロジェクト終了後も定常的に運用されなければならないが、DSpace は学術情報リポジトリを構築する目的で世界中の大学や研究所で広く利用されていることから、維持・管理に関する様々な情報を得やすく、開発に携わった研究者以外の手によってもシステムの継続した運用が期待できる。なお、IUGONET のメタデータ・データベースは、初期バージョンを平成 24 年 3 月に正式公開した。メタデータ・データベースの設計・構築については、3.2 節において述べる。

メタデータ・データベースの構築により、研究機関に分散する多様な観測データが効率的に検索・取得できるようになると期待されるが、それだけではデータ利用そのものが促進されるとは限らない。特に、古くからデータのある地上観測においては、各機関で伝統的に用いられてきた独特のデータ保存形式が多く存在し、そのデータに不慣れな研究者にとっては容易に利用できないこともよくある。しかし、多様な保存形式を統一する作業は非常に困難かつ莫大なコストを必要することは容易に想像されることから、IUGONET では、各参加機関が所有する観測データを統一した保存形式で再整備する代わりに、共通のデータ解析ソフトウェアを開発し、同一のフレーム上でそれぞれの観測データを扱えるようにする方法を選択した。このデータ解析ソフトウェアの開発には、米国の衛星観測ミッション THEMIS の観測データを扱うために開発された IDL (Interactive Data Language)

のライブラリである TDAS (THEMIS Data Analysis Software suite)をベースとすることにした。TDAS はデータをダウンロードする機能、様々なデータの描画を同一のフレーム内に作成する機能、基本的な統計解析を行う機能に加えて、GUI(Graphical User Interface)をも備える非常に多機能なライブラリである。また、IDL は超高層大気および太陽研究のコミュニティにおいて比較的良好に用いられているため、開発するソフトウェアがデータの利用者に受け入れられやすいと期待できる。プロジェクトでは、初年度(平成 21 年度)にデータ解析ソフトウェアの仕様を決定し、2 年目以降は、TDAS を用いて、各機関のデータベースにて公開されるそれぞれの観測データを扱うためのプログラム開発を順次進めている。なお、IUGONET のデータ解析ソフトウェアは UDAS (iUgonet Data Analysis Software)と称し、平成 24 年 2 月にバージョン 1.00 が正式にリリースされた。UDAS 開発の経緯や内容については、3.3 節に記す。

IUGONET は、上述したメタデータ・データベースやデータ解析ソフトウェアを開発・整備するプロジェクトであるが、これらのプロダクトは実際にユーザーによって利用され、学際研究が進展することによって初めて存在価値が生じる。そのためにはユーザーを獲得し、研究コミュニティにとってなくてはならないインフラとして定着させるためのアウトリーチ活動が重要である。プロジェクトでは、初年度より Web ページ (<http://www.iugonet.org/>)を公開し、プロジェクトの概要を世間一般に知らしめるとともに、プロダクトの開発に合わせて逐次コンテンツの充実や情報の更新をはかってきた。また、日本地球惑星科学連合の連合大会に毎年参加し、団体展示ブースにおいて開発プロダクトの実演展示を実施している。一方、プロダクト開発の進捗にともない、平成 23 年度中には利用方法に関する講習会を 2 度開催した。この他、若手研究者層を主なターゲットとして、様々なソーシャルネットワーキングサービスを活用したアウトリーチ活動にも取り組んでいる。例えば、データ解析ソフトウェアのチュートリアル動画を YouTube を通じて配信し、ユーザーがいつでも自学自習できる環境を整備した。アウトリーチ活動の詳細については、3.4 節で述べる。

IUGONET プロジェクトの進行に合わせ、参加機関ではそれぞれの観測データを複合的に活用したサイエンス研究に取り組んでいるが、このような共同研究や学生教育に開発メンバーも参加して、開発プロダクトを実際に研究の現場で利用することが重要である。それによって、開発プロダクトの自己評価を行い、問題点の修正や新機能の開発に役立てる一方、研究成果を学会等で発表することによって、IUGONET の開発プロダクトの実践的

な使い方を広く研究者一般に紹介し、ユーザーの獲得につなげる。このようなサイエンス研究への応用は、プロジェクト後半の主要な活動としているが、プロダクト開発の進捗にともない、平成 22～23 年度より徐々に取り組みを開始した。3.5 節にて、主な研究テーマとプロダクト開発へのフィードバックについて述べる。

IUGONET プロジェクトでは、平成 21～23 年度の期間において、6 編の本・論文(査読有り)、5 編のプロシーディング(査読無し)を発表した。学会等における講演は、口頭発表が 83 件、ポスター発表が 24 件にのぼる。また、プロジェクトの活動に関連する 11 件の研究集会・講習会について、主催もしくは開催に深く協力した。詳細については、Appendix B および C を参照されたい。

なお、以下では、1.3 節で示した平成 21～23 年度の年度ごとの実施計画に対して、各年度に報告された実施状況を記す。

【平成 21 年度】

国際的に展開している超高層大気観測ネットワークについて、各機関で維持・運営経費ならびに現地出張旅費等を主に学内負担経費で賄って観測を継続し、リアルタイム通信回線を整備してデータ収集を行った。本年度は特にデータ収集システム整備のために海外出張し(アフリカ・南米・アジア域等)、データ転送の情報通信ネットワークを整備した。

特別教育研究経費により、本事業におけるデータベース全体構成について中核的立場を持ち、かつ「超高層大気科学バーチャル情報拠点」の運営を司るバーチャル情報拠点ディレクター 1 名を京大生存圏研究所に配置した。また、各研究機関にメタ情報システム開発員(研究員)を配置し、それぞれの機関で蓄積されたデータベースからメタ情報を抽出する。また、バーチャル情報拠点の運営を補助する研究支援員を各機関に配置した。

それぞれの研究機関において、メタ情報集積装置(データサーバ)を設置し、超高層大気分野で広く利用されている IDL(データ解析・描画ソフト)を導入した。一方、各機関の緊密な連携に欠かせない「多点情報交換システム」を整備した。その中央制御装置の導入にあたり、京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センターおよび名古屋大学太陽地球環境研究所が経費を学内負担した。各機関においては、本事業費にて「情報交換端末」を導入した。これによって、「超高層大気科学バーチャル情報拠点」を実現した。

このシステムを用いて、多くの関連研究者が共同参画する研究打ち合わせを頻繁に行い、メタ情報の統一形式について議論し、超高層大気および太陽観測データに適した SPASE

データモデルを基にして拡張を加えたフォーマットを策定した。また、各機関の所有する観測データの解析・描画ツールについて、IDL 言語で記述された TDAS をベースに開発することに決め、その詳細な仕様について検討を重ねた。さらに、メタ情報のデータベースのシステム構築にも取り組み、多くの学術情報リポジトリで使われている DSpace を用いて、そのプロトタイプ開発を行った。一方、本事業のウェブサイト (<http://www.iugonet.org>) を作成・公開し、超高層大気科学バーチャル拠点の情報発信を行えるようにした。

なお、メタ情報の統一形式に SPASE データモデルを、メタ情報のデータベースに DSpace を採用する過程では、国内外の情報学関係のシンポジウムへの参加・調査・協力打ち合わせを行うことにより、国際標準とすべく努力した。

「バーチャル情報拠点」を利用した議論は、事業参加機関のみにとどまらず、メタ情報フォーマットを策定する上で、NICT や JAXA などの外部の有識者も交えた意見交換会を毎月開催した。

この他、京大では、アジア・オセアニア域における超高層大気観測のワークショップ (MLT Radar Workshop) を開催し、本事業が構築するシステムを海外展開するための協力関係を築いた。

【平成 22 年度】

国際的に展開している超高層大気観測ネットワークについて、各機関で維持・運営費ならびに現地出張費等を主に学内負担経費で賄って観測を継続し、リアルタイム通信回線によりデータ収集を行った。

平成 21 年度中に策定したメタ情報の統一フォーマットおよび解析ソフトウェアの仕様にもとづき、本事業費により観測データのメタ情報の抽出および解析ソフトウェアの開発を開始した。これらの開発作業のため、「超高層大気科学バーチャル情報拠点」のディレクターおよび各機関のメタ情報システム開発員(研究員)等を引き続き雇用した。開発にあたり、すでに導入・運用されている多点情報交換システムを利用し、関連研究者が協同参画する研究打ち合わせを頻繁に実施した。また、平成 21 年度に導入したデータベース装置とデータ解析・表示ソフトウェアを用いた。

各連携機関の専任教員は学内経費により、全球地上ネットワーク観測の維持・運営ならびに個別のデータベース作成を担当するとともに、「超高層大気科学バーチャル情報拠点」に参加し、メタ情報をもとに多種多様なデータベースを活用した総合解析に取り組んだ。

【平成 23 年度】

平成 22 年度に引き続き、連携各機関でメタ情報の抽出を進めた。メタ情報データベースシステムはユーザーインターフェースのカスタマイズを進めるとともに、抽出したメタ情報をデータベースに登録した。解析ソフトウェアは各機関から公開される観測データに即した表示・解析・ダウンロード機能を追加するとともに、利用者向けのマニュアルを整備した。これらのプロダクトのベータ版を平成 23 年 5 月よりインターネット上で公開し、以降定期的なバージョンアップを行いながら平成 23 年度末に正式公開した。世界中の研究者は、インターネットを通してこれらメタ情報を共有し、解析ソフトを利用したデータ取得・解析ができるようになった。上記の開発作業を進めるにあたり、「超高層大気科学バーチャル情報拠点」のディレクターおよび各機関のメタ情報システム開発員(研究員)等を継続して雇用した。また、多点情報交換システムを活用し、関連研究者間の定期的な打ち合わせを実施した。

各連携機関においては、主に学内負担経費により、国際展開している観測装置の維持・運営、およびデータの収集を継続した。また、専任教員は個別の観測データベースの作成・維持を担当するとともに、「超高層大気科学バーチャル情報拠点」に参加し、メタ情報をもとに多種多様なデータベースを活用した総合解析に取り組んだ。

第3章 成果の詳細報告

IUGONET プロジェクトでは、主要な開発項目ごとにサブグループおよびタスクチームを組織している。開発メンバーは、少なくとも1つ以上のサブグループまたはタスクチームに所属し、それぞれのグループ・チームのリーダーを中心に開発作業に取り組んできた。サブグループおよびタスクチームは、プロジェクトの前半3年間(平成21～23年度)における開発の進捗に従って、新たに組織もしくは構成員の変更を行ってきたが、平成23年度末の時点で、以下の4つのサブグループおよび1つのタスクチームが活動している。

メタデータグループ (リーダー：堀 智昭)

IUGONET 共通メタデータフォーマットの策定およびその更新、各機関におけるメタデータ作成の進捗管理、メタデータ登録におけるチェックシステムの開発・運用など、メタデータ作成に関するすべての活動を担当する。

システムグループ (リーダー：阿部 修司)

メタデータ・データベースのシステム開発、カスタマイズ、定常運用など、システム構築に関するすべての活動を担当する。

解析ソフトグループ (リーダー：田中 良昌)

IUGONET が提供する解析ソフトウェアの仕様策定、プログラム開発、定期更新など、解析ソフトウェア開発に関するすべての活動を担当する。

ウェブ・アウトリーチグループ (リーダー：小山 幸伸)

ウェブやソーシャルネットワーキングサービスを利用した情報発信、講習会の開催や学会における団体展示など、アウトリーチ活動全般を担当する。

サイエンスチーム (リーダー：新堀 淳樹)

IUGONET が開発したプロダクトを実際のサイエンス研究に応用し、自己評価を通して開発にフィードバックするとともに、学会等で研究コミュニティに対して実践的な利用方法を紹介するといった普及活動も担当する。

第2章ではプロジェクト全体の中間成果の概要について説明したが、本章では、これらサブグループおよびタスクチームから、それぞれの成果の詳細について報告する。

3.1 メタデータの作成

3.1.1 IUGONET 共通メタデータフォーマットの策定

ここでは、IUGONET で策定し、実際のメタデータ作成の際に使用している IUGONET 共通メタデータフォーマットに関して、策定の経緯と内容について説明する。特に、策定の過程でメタデータフォーマットのベースとなった SPASE フォーマット(後述)と、そこから IUGONET で独自に拡張を行った部分についてまとめる。

3.1.1.1 SPASE 採用の経緯と概要

前述のように、IUGONET 参加研究機関では超高層大気の様々な領域を世界各地で観測することで、非常に多様なデータを生産し続けている。この観測データの各種情報を記述するメタデータのフォーマットは、これら全てに対応している(つまり、全てのデータのメタデータを記述できる)必要がある。IUGONET では、2009 年度にプロジェクトが開始された直後から、最重要課題の 1 つとして、このメタデータフォーマットの策定に取り組んだ。ただしマンパワー的な制約から、データ記述モデルの構築や、使用する単語のリストアップなどを 1 からやるのは現実的ではなかったため、他種データ用に使われている既存のメタデータフォーマットを調査し、その中から IUGONET のメタデータに応用できるものを探すことになった。

その調査過程の詳細については割愛するが、結果として、米国やヨーロッパの太陽地球系物理学の研究者らで作るコンソーシアム(SPASE コンソーシアム¹)で策定・公開している Space Physics Archive Search and Extract (SPASE)というデータモデルに基づくメタデータフォーマットを採用することに決定した。選定の理由としては、1) 超高層物理分野と密接に関係する太陽地球系物理分野の衛星・地上データを対象に策定されているために非常に親和性が良い、2) 超高層物理分野のデータを記述するための単語が既に含まれている、3) データモデルを表現する記述法が XML なので人間・計算機ともに作成・処理がしやすい、4) XML ゆえに新しい要素や単語を追加して拡張することが容易、5) 関連するドキュメント、ライブラリ群が全てオープンリソースとしてフリーで提供されている、などが挙げられる。

¹ <http://www.spase-group.org/about.jsp>

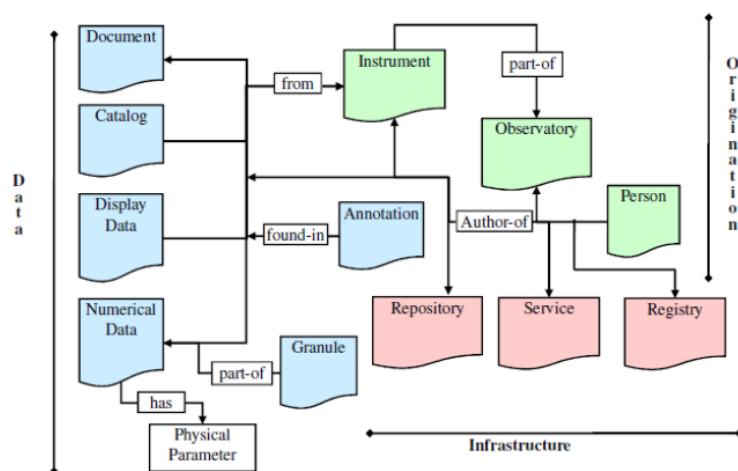


図 3.1.1 : SPASE オントロジー。

次に、SPASE データモデル/メタデータフォーマットの概要について簡単に紹介する。SPASE では、観測データに関する情報を記述する際に必要となる主要な 12 トピックを、リソースタイプとして定義している。図 3.1.1 は最新の SPASE ドキュメント²⁾より引用した SPASE のオントロジーを示しているが、図中で色付けされているもの、つまり、Document、Catalog、DisplayData、NumericalData、Granule、Annotation、Instrument、Observatory、Person、Repository、Service、Registry がリソースタイプである。実際には各リソースタイプの中にはそれぞれのトピックを記述するための複数の要素が付随する。この抽象的なデータモデルを表現する手段として、通常は XML が用いられるので、メタデータを作成する際には、上述の各リソースタイプは 1 つの XML ファイルに対応し、またリソースタイプの付随要素は、その XML 内の要素に対応する。例えば、数値データで構成される、あるデータセットのメタデータ (e.g., 観測期間、観測パラメータ) を記述するには、まず NumericalData タイプの XML ファイルを作成し、そのデータセットに含まれる単一のデータファイル 1 つ 1 つに紐付いたメタデータとして Granule タイプの XML ファイルをデータファイルの数だけ作成する。さらにそのデータを生成した観測装置のメタデータを記述するために Instrument タイプの XML ファイル、また観測サイト (観測器が置かれている場所) のメタデータを記述するために Observatory タイプの XML ファイルを作成することになる。また観測データには主任実験者 (Principal Investigator: PI) やデータ配布責任者などの人的リソースも付随し、それは Person タイプの XML ファイルとして記述される。このように、1 つのデータセットのメタデータを記述するのに、

情報のカテゴリー毎に独立した XML ファイルを作成することになる。また、全てのメタデータ(XML ファイル)は ”リソース ID” と呼ばれる一意な ID を割り振られる。このリソース ID は以下のような構造の URI 形式³⁾で記述される。

`spase://(Naming authority)/リソースタイプ/研究機関略名/...`

Naming authority とはリソース ID をメタデータに割り当てる機関・団体であり、IUGONET はその Naming authority の 1 つである。IUGONET で作成されたメタデータのリソース ID には、この部分に ”IUGONET” という文字列を挿入することになっている。また、IUGONET メタデータでは、リソース ID の直後に研究機関の略称を挿入することになっている。理由としては、複数の研究機関が、同じ名前のデータや観測サイトのメタデータを作成した場合、それらを一意に区別できるようにするためである。このようなことは、特に大きな観測施設など、1 つの観測リソースを複数の研究機関で共有しているという事情から、幾つかのデータセットについて起こりうる。

またこのリソース ID は、メタデータ同士がお互いを参照するためにも使われる。互いに関連するメタデータ(例えばデータセットとそのデータを生産した観測器のメタデータ同士)では、その中に互いのリソース ID を記述する要素が設けられている。これにより、関連するメタデータとのリンクの情報を、明示的にメタデータ内に保持することができる。

このようにして、SPASE メタデータフォーマットに沿ってメタデータを作成すると、`spase://IUGONET/NumericalData/STEL/...` (NumericalData タイプの場合、STEL は名古屋大学太陽地球環境研究所の略名) のようなリソース ID が割り振られた XML ファイルが複数生成されることになる。

3.1.1.2 IUGONET 独自の改訂

SPASE は元々太陽地球物理分野の観測データ、特に人工衛星で観測されたプラズマ・電磁場データを対象に作られたという経緯がある。そのため、IUGONET でのメタデータを試作してみたところ、IUGONET で扱う超高層大気の上観測データのメタデータを記述する際に必要な要素や単語が、幾つか不足していることがわかった。IUGONET では、この不足分を補完し、さらに IUGONET でのメタデータ・データベースで要求される機能を勘案して、そのために必要となる要素を追加したものを、IUGONET 共通メタデータフォーマットとして策定し、メタデータ作成に用いている。このメタデータフォーマット

は、SPASE と同様に、XML schema の形で IUGONET のホームページより公開されている^a。2012 年 3 月時点での最新バージョンは 1.0.3 である。

以下では、SPASE に対して IUGONET が独自の拡張を施した部分のうち、主要なものを幾つか紹介する。

非デジタル保存データへの対応

IUGONET では長期観測のデータを取り扱うことが多く、その際には、現在では当たり前となったデジタル記録が行われる前に取得され、いわゆる非デジタルな形態(例えば紙媒体やマイクロフィルム)で保存されているデータのメタデータを作成しなければならない場合がある。このようなデータをオンラインで検索できるようにするためには、メタデータをメタデータ・データベースに登録するしかなく、従って非デジタル保存データにとってメタデータ作成は必要不可欠である。IUGONET において必要な単語出しを行い、さらに SPASE コンソーシアムでの議論にもかけた後、最終的に SPASE の中で観測データのデータファイルのフォーマットを記述する要素(Format)に、以下の単語を追加することにした。

Hardcopy

Hardcopy.Film

Hardcopy.Microfiche

Hardcopy.Microfilm

Hardcopy.Photograph

Hardcopy.Photographic Plate

Hardcopy.Print

2 番目からそれぞれ、フィルム、マイクロフィッシュ(シート型)、マイクロフィルム(ロール型)、写真紙、写真プレート、印刷紙での保存形態を表しており、これらに当てはまらない非デジタル保存形態の場合は 1 つ目の **Hardcopy** を用いることにした。またこの拡張は、現在では公式に SPASE に取り込まれている。

^a <http://www.iugonet.org/data/schema/>

太陽観測データに特有の座標系の追加

SPASE は太陽と地球を含む惑星との間、すなわち惑星間空間での座標系を記述する要素および単語は元々用意されていたが、太陽の光学撮像データを記述する際に必要となる座標系の定義が不足していた。IUGONET 機関の中には太陽撮像データや太陽電波観測データを取り扱うグループがあり、そのグループのメンバーが中心となって、それらのデータのメタデータを記述する際に必要な座標系について頭出しを行った。その後、SPASE コンソーシアムの中での議論を経て、以下の座標系の定義を追加することになった。

HCR (Heliocentric Radial)

HPC (Helioprojective Cartesian)

HPR (Helioprojective Radial)

なお、この拡張についても、現在では SPASE に公式に取り入れられている。

観測領域の座標等の情報の追加

IUGONET メタデータ・データベース⁴⁾では、ある特定の緯度経度範囲が観測対象になっているデータセットを、ユーザーが明示的に座標範囲を指定して検索できるような機能が実装されている。このためには、メタデータ内に観測対象の緯度経度範囲の情報を保持しておく必要があるが、SPASE では観測対象の情報は単語(観測対象の名前、例えば”電離圏 F 層”)として記述されるのみであった。そこで IUGONET では、SPASE との互換性を壊さないように、新たに **SpatialCoverage** 要素群を定義し、数値データおよび可視化済みデータのデータセットのメタデータを記述する **NumericalData**、**DisplayData**、さらに個々のデータファイルを参照するメタデータである **Granule** などのリソースタイプに追加した。データセットのみならず、個々のデータファイル毎に作成される **Granule** タイプのメタデータにも **SpatialCoverage** 要素群を追加した理由は、例えば、日時によってポインティングを変えることのあるレーダー観測や太陽撮像観測のデータについても、観測領域の緯度・経度範囲をキーとする検索を機能させるためである。以下に **SpatialCoverage** 要素群の記述例を示す。


```
<SpatialCoverage>
  <CoordinateSystem>
    <CoordinateRepresentation>
      Spherical</CoordinateRepresentation>
    <CoordinateSystemName>
      GEO</CoordinateSystemName>
    </CoordinateSystem>
    <NorthernmostLatitude>
      88.7</NorthernmostLatitude>
    <SouthernmostLatitude>
      44.1</SouthernmostLatitude>
    <EasternmostLongitude>
      224.0</EasternmostLongitude>
    <WesternmostLongitude>
      130.0</WesternmostLongitude>
    <CenterLatitude>
      66.3</CenterLatitude>
    <CenterLongitude>
      177.0</CenterLongitude>
    <MinimumAltitude>
      130</MinimumAltitude>
    <MaximumAltitude>
      400</MaximumAltitude>
    <Unit>degree</Unit>
    <Reference></Reference>
  </SpatialCoverage>
```

このように、**SpatialCoverage** 内には上限下限緯度・経度、中心緯度・経度、高度範囲 (km 単位) の情報が含まれ、また **CoordinateSystem** 要素で緯度経度の座標系を指定している。また必要に応じて、特定の領域・位置を参照するような記号・番号がある場合、それを格納できるように **Reference** 要素を用意した。**Reference** 要素の具体的な例としては、例えば太陽表面の活動領域の番号 (e.g., AR8042) や、地球上の特定の領域 (e.g., South Atlantic Anomaly) などである。

3.1.2 メタデータ作成の計画と現状

IUGONET でのメタデータ作成は、まず初年度 (平成 21 年度) に 3.1.1 節で述べたメタデータフォーマットの策定を行い、平成 22 年度より、実際のメタデータ作成のための具体的な準備をした上で、メタデータの試作を開始した。

ここでの準備とは、メタデータ作成のために使うソフトウェアの調査・選定と、そのソフトウェアを用いてメタデータを作成するトレーニングであり、さらにトレーニングの過程で作成手順に関する問題点、改善点の洗い出しを行うことで、それらをメタデータ作成に関するマニュアルとして文章化していった。これが、現在 IUGONET Wiki 上にある、IUGONET メンバー向けのメタデータ作成マニュアルとなっている。

また、上述のトレーニングを兼ねて実際にメタデータの試作も行った。この試作を通し

て、メタデータ作成のために事前に調べておくべき情報の項目出しや、メタデータの各要素を記入していく上での雑多な決め事・疑問点の確認を行った。これらについても、メタデータ作成マニュアルの中で文章化された。

このような準備・試作をした末に、平成 23 年度より本格的にメタデータの作成が開始された。まずは当初の計画通り、現在より過去 10~20 年間程度と比較的最近取得された観測データについて、メタデータの作成を行った。その理由は、当然のことながら最近取得されたデータの方が、データ取得・保存のデジタル化により、そのデータに関する情報(つまりメタデータそのもの)を比較的容易に、かつ組織的に収集できるからであり、その分、より多くのリソースをメタデータ・データベースシステムや統合解析ソフトウェアの開発の方に割くことが可能となる。

メタデータの作成は、IUGONET 開発メンバーと観測データの責任者(Principal Investigator: PI)が協力して、メタデータを作成、内容チェック、メタデータ・データベースへ登録、という流れで、各研究機関の保有する観測データについて順次行われており、現在も続行中である。基本的に各研究機関ごとに独立して作業が進められているが、IUGONET 開発メンバーの定例オンライン会議において、月に一度程度の頻度で各研究機関でのメタデータ作成の進捗を確認し合い、またメタデータ作成に関して新たに生じた疑問や問題については、その場で開発メンバー全員で議論することで解決を図っている。

これまでのメタデータ・データベースへのメタデータ登録数の推移を表 3.1.1 に示す。IUGONET フォーマットでのメタデータは、実データファイル 1 つ 1 つに紐付くもの(Granule というカテゴリー)と、それ以外の、データセットや観測サイト・装置を記述するメタデータカテゴリーに大別される。実際のメタデータ作成では、後者を先に作る必要があり、それが整ったところで大量のファイルを生成する必要がある前者に作業がシフトしていく。また実データファイルのデータベース化を同時並行で進めることも多く、その場合も後者を作っている間はまだ実データファイルのデータベース化の途中なので、そのメタデータ(Granule)の作成は後回しになる。IUGONET 各機関での実際のメタデータ作成作業も概ねそのような順番となった。このことは表 3.1.1 から明らかであり、平成 23 年 8 月まではデータセット他のメタデータ件数が増大しており、一方そこからの約半年(～平成 24 年 3 月)ではデータファイルのメタデータ件数が飛躍的に伸びている。

集計日(年・月)	データセット他 のメタデータ件 数	データファイル のメタデータ件 数	合計
H22.8	260	28,179	28,439
H23.2	1,714	258,646	260,360
H23.8	2,188	514,925	517,113
H24.3	2,261	1,667,317	1,668,030

表 3.1.1 : メタデータ・データベースに登録済みメタデータ数の推移。

また、平成 24 年 3 月時点での、各研究機関ごとの詳細な登録済みメタデータのリストは Appendix A にまとめた。

3.1.3 メタデータ登録システムの整備と運用

IUGONET では、参加機関から日々送られてくるメタデータの登録受付と、メタデータ・データベースにアーカイブされるまでの管理のために、メタデータ・データベースとは別の独立したシステムを構築し運用している。ここでは、そのメタデータ登録・管理システムの概要について述べる。

メタデータ作成においては、新規にメタデータを作成してデータベースに登録すれば以後改変不要、ということはまずありえない。メタデータは最終的には担当者である人間が作成するので、新規に作成したメタデータにはある確率で表記や内容に誤りが混入する。これらは見つけ次第、正しい表記・内容に修正して登録し直す必要がある。また、ある時点では正しい内容だったとしても、将来のどこかの時点で、例えば PI が交代したとか、観測器のスペックが向上したりして、結果としてメタデータとして記述されている内容が更新されることもありうる。

このような事情から、メタデータの新規登録・更新に際して、その日時、更新箇所、および更新者など、メタデータの更新履歴情報を残しておき、後から参照できるようにしておくことが非常に重要である。通常、メタデータ作成担当者は非常に多くのメタデータを取り扱うので、ある程度のシステムの助け無しでは、自分が行ったメタデータの変更を追跡しきれなくなり、結果として、修正漏れなどにつながる。また将来的に担当者が替わった場合にも、同様のことが起こりうることは、想像するに難くない。

上記のような事情を踏まえた上で、これらのシステムの実装について議論を行い、その結果、IUGONETではフリーのソースコード版管理ソフトウェアであるGIT²を利用した、安価で柔軟性の高いメタデータ登録・管理システムを構築し、運用している。

GITは、Linuxカーネル³やX.org⁴などの大規模なソースコードから個人レベルのソースコード編集まで、幅広い範囲で利用されている履歴管理ソフトである。本来はソースコードの改変履歴を管理するソフトであるが、IUGONETメタデータのXMLもテキストファイルなので、GITが提供するUnixのdiffベースの履歴管理をそのまま応用することができる。

我々がGITを選択した最大の理由は、GITが主にC言語で記述されており、非常に高速で動作することと、いわゆる分散リポジトリ型の履歴管理ソフトであることが挙げられる。2つ目の点は非常に重要で、IUGONETではメタデータの作成者が全国の研究機関に分散しているために、各自がローカルな計算機環境に作業用のリポジトリを持つ必要があり、かつそれを全メタデータを集積している中央のリポジトリと同期できることが不可欠である。このような柔軟なリポジトリ設計ができるのは、分散リポジトリ型の履歴管理ソフトのみである。またデータファイル1つ1つに紐付けされたGranuleタイプのメタデータはファイル数が非常に多くなり得る(1データセットで数千~数万)ので、その大量のXMLファイルを、履歴を記録しつつストレスなくローカルなリポジトリや中央のメタデータリポジトリに登録できることが要求される。ここで、GITの高速動作性が重要となる。

GITを用いたメタデータ登録の仕組みを概念的に示したものが図3.1.2である。IUGONET機関はそれぞれ、中央リポジトリ(現在、九大および名大のLinuxサーバをそれぞれメインサーバおよびバックアップサーバとして運用中)上にメタデータ登録用のリポジトリを2つずつ持つ。Linuxファイルシステム上の、GITリポジトリ化されたディレクトリがその実体である。1つはGranuleタイプのメタデータ用で、もう1つはそれ以外のメタデータXML用となっている。Granuleのみ区別しているのは、ファイル数が非常に多くなるので、他とわけることで登録処理の効率化をはかるためである。

² <http://git-scm.com/>より取得可能

³ <http://www.kernel.org/>

⁴ <http://www.x.org/wiki/Home>

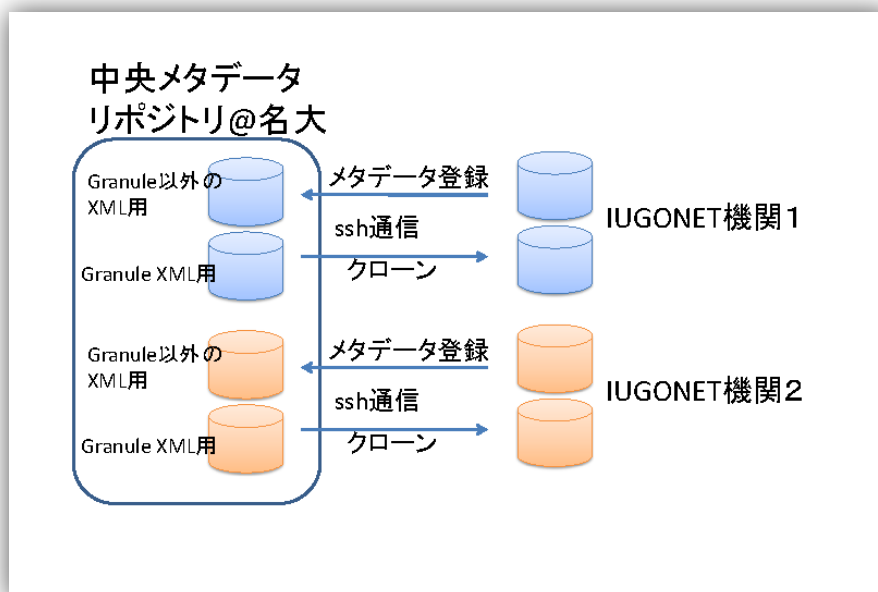


図 3.1.2 : GIT リポジトリを介したメタデータ登録の概念図。

各 IUGONET 機関の担当者は、中央のメタデータリポジトリの複製(クローン)を、自分のローカルな計算機上に作成し、そこでメタデータを作成・編集し、`git commit` および `git push` コマンドを実行することで、ssh 通信を介して両方のリポジトリが同期され、メタデータが中央リポジトリに登録される(XML ファイルがコピーされる)ことになる。図 3.1.3 は、中央リポジトリに Web ブラウザでアクセスすることで閲覧できる、メタデータの改変履歴一覧の 1 例である。GIT では変更を登録する際にコメントを入力することを求められる。このコメントにメタデータの変更内容のサマリーを書いておくと、図中の 3 列目のように更新日時、変更をしたユーザーの情報と一緒に閲覧でき、どの時点でどのような変更がメタデータに加えられたかを容易にトレースできる。

GIT の機能は Unix 上のコマンドを介して利用できるもので、`crontab` などを用いた自動スクリプト処理のフローに乗せるのが容易である。IUGONET では、上述のメタデータ登録・管理システムと、メタデータ・データベースは、それぞれ独立したシステムとして動いている。定期的にメタデータ・データベース側から GIT による登録・管理システムに更新の有無を問い合わせ、もし新規更新分があると自動的にメタデータ・データベースにインポート・登録される仕組みになっている。このメタデータリポジトリからメタデータ・データベースへの登録処理の詳細については、河野他⁵⁾を参照されたい。

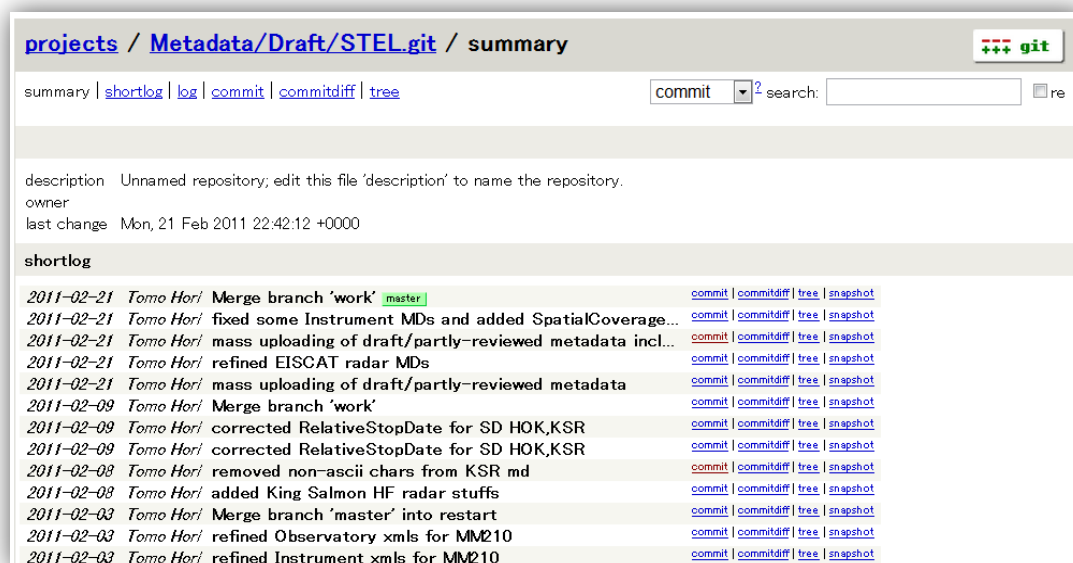


図 3.1.3 : GIT によるメタデータリポジトリの更新履歴閲覧画面。

2012 年 3 月の時点で、IUGONET が保有するメタデータ XML ファイル数は約 167 万であり、これらの XML ファイルの改変履歴は全て GIT によるメタデータリポジトリ上に保持されている。この状態でも日常的に行われているメタデータの更新はストレスなく処理されている。例えば、現状の約 166 万件のメタデータが登録されている状態で 1000 件のメタデータ(実際には 10-100 キロバイト程度の XML ファイル 1000 個)を新たに登録すると、ネットワーク速度にも依存するが、GIT によるメタデータリポジトリへの登録処理にかかる時間は実時間で約 1 分、さらにメタデータリポジトリからメタデータ・データベースへの登録処理は約 1-2 分ほどである⁵⁾。将来的には、IUGONET に登録されるメタデータは最終的には 200 万-300 万件に達する見込みで、定常的な新規メタデータ登録および既存メタデータの更新は、平均すると数十～百件 / day 程度となることが予想されている。メタデータリポジトリおよびメタデータ・データベースのシステムとしてのスケーラビリティは現在も試験中であるが、現在の処理速度から大きく低下しない限りは、想定されるメタデータの処理は十分可能だと思われる。

3.1.4 一般向けメタデータ作成の手引きの作成・公開

IUGONET 機関のメタデータ作成補助員は、IUGONET Wiki サイト上にあるメタデータの作成・登録の手順(<http://wiki.iugonet.org/twiki/bin/view/Metadata/MDGenerationP>

rocedureManual (注)アクセスは IUGONET プロジェクト参加メンバーに限定)を参照しながら、メタデータを作成・編集している。しかし、平成 24 年度以降、プロジェクト後期の目標の 1 つとして、IUGONET のメタデータ及びメタデータ・データベースのスキームを、IUGONET 機関以外にも拡大していくことを挙げており、その観点から、将来 IUGONET への参加を希望する研究機関向けに、もっとわかり易いメタデータ作成・登録のマニュアルを作成し、それを超高層大気科学分野の内外に広く公開する必要がある。

この目的を達するために、IUGONET では実際にメタデータ作成にも携わる開発メンバーが中心となり、IUGONET 外の研究機関の研究者を対象とした、「IUGONET メタデータ作成・登録の手引き」を作成した。図 3.1.4 はその手引書の表紙と、実際の手引きの一部を示している。この手引きでは、IUGONET 共通メタデータフォーマットのスキーマファイルの入手先、メタデータ作成のためのソフトウェアの使い方、メタデータ作成前にあらかじめ収集しておくべき情報、及び実際のメタデータの作成例などが提供されている。この手引きを参照することで、事前に IUGONET メタデータフォーマットの予備知識がない人でも、IUGONET メタデータの概略を知ることができ、かつ必要な情報を準備してメタデータを試作することができるようになっている。また、実際に作成したメタデータをどのように IUGONET メタデータ DB に登録するかについても、登録の大まかな流れと具体的な作業内容(PC 上でのコマンド等)が手引きの中で解説されている。

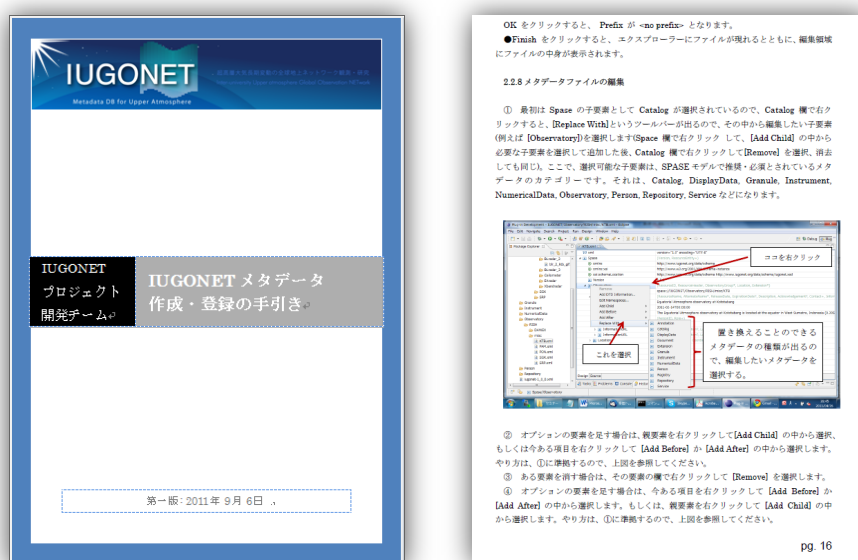


図 3.1.4 : IUGONET 機関以外の研究機関向け、メタデータ作成・登録の手引き。

このメタデータ作成・登録の手引きは、IUGONET ウェブサイトより公開されている (<http://www.iugonet.org/mdformat.html>)。

3.1.5 今後の展望

メタデータ作成に関しては、平成 23 年度末までで、ここ最近 10~20 年の範囲に取得された各研究機関の主要な観測データのメタデータ作成およびメタデータ・データベースへの登録が完了した。ただし、これらのうちのほとんどは現在も観測が続行中であり、日々新しいデータファイルが生産されている。新規に取得されたデータのデータファイルのメタデータ(Granule カテゴリー)は、これからも随時作成・登録していく必要がある。

またプロジェクト後期(平成 24~26 年度)では、最近のデータに関するメタデータ・データベースの更なる充実と合わせて、過去数十年レベルまで遡って、観測データの発掘・データベース化と、それに伴うメタデータ作成・登録を行っていく予定である。

さらに、プロジェクト後期では、IUGONET 研究機関以外の研究機関からのメタデータの受け入れも行っていく。特に、現 IUGONET 以外の研究機関で、同種の超高層大気観測データを取得しているところについては、こちらから積極的にメタデータを提供してもらえるよう働きかけを行うなどして、メタデータ・データベースで検索できるデータの範囲をできるかぎり拡大していくつもりである。このようにして、超高層大気研究のバーチャル情報拠点としての IUGONET メタデータ・データベースを更に発展させていく。

平成 21 年度に策定した IUGONET 共通メタデータフォーマットは、現状でも大枠は変更することなく実際のメタデータ作成に使用されているが、データの特性を記述するための単語の補充はこれまでも必要に応じて行ってきた。今後メタデータフォーマットの改訂が必要となれば、その時に過去に作成したメタデータとの互換性を保ちつつ、フォーマット改訂を随時行っていくつもりである。

参考文献：

- 1) King, T., J. Thieman and D. A. Roberts, SPASE 2.0: a standard data model for space physics, *Earth Sci. Inform.*, vol. 3, 2010, 67-73.
- 2) A Space and Solar Physics Data Model from the SPASE consortium Version: 2.2.1, http://www.spase-group.org/data/dictionary/spase-2_2_1.pdf, Jul. 15, 2011.
- 3) Berners-Lee T., R. Fielding and L. Masinter, Uniform Resource Identifier (URI):

generic syntax, internet engineering task force, RFC 3986, 2005,
<http://tools.ietf.org/html/rfc3986>.

- 4) 小山幸伸, 河野貴久, 堀 智昭, 阿部修司, 吉田大紀, 林寛生, 田中良昌, 新堀淳樹, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 元場哲郎, 鍵谷将人, 田所裕康, 超高層物理学分野の為のメタデータ・データベースの開発, 宇宙科学情報解析論文誌, 第 1 号, 2012 (投稿中).
- 5) 河野貴久, 小山幸伸, 堀 智昭, 阿部修司, 吉田大紀, 林 寛生, 新堀淳樹, 田中良昌, 鍵谷将人, 上野悟, 金田直樹, 田所裕康, DSpace を用いた超高層物理学のためのメタデータ・データベースの構築, *Proc. of the 3rd Forum on Data Engineering and Information Management*, 2011, C8-5,
<http://db-event.jp/deim2011/proceedings/pdf/c8-5.pdf>.

3.2 メタデータ・データベースシステムの構築

3.2.1 DSpace 採用の経緯と概要

3.1 節で説明した IUGONET のメタデータを取り扱うメタデータ・データベースのシステム構築にあたり、機能面や運用面を検討した結果、学術機関リポジトリとして多く採用されている DSpace を基盤となるデータベースソフトウェアとして用いることにした。DSpace は、デジタルコンテンツに加え、例えば、著者名、タイトル、登録時刻などの書誌的な Dublin Core 形式のメタデータを扱うリポジトリソフトウェアであるため、標準では超高層物理学における観測データのメタデータを扱うことは困難である。しかしながら、DSpace はオープンソースソフトウェアとして公開されていて改良し利用することができることと、国立情報学研究所で行われている学術機関リポジトリ構築連携支援事業において多くの大学の機関データベースとして多く採用され構築・運用に関する情報は豊富にあることから、DSpace を超高層物理学の観測データ向けに改良して用いることにした。

3.2.2 IUGONET におけるカスタマイズとその概要

IUGONET メタデータ・データベースが求める要件を満たすため、我々は DSpace に対して各種のカスタマイズをおこなった。ここでは主な機能である、1. インターフェースの開発、2. 時間・地理空間の範囲検索、3. 登録システムの開発、4. インストールシステムの開発について述べる。

1. インターフェースの開発

IUGONET 共通メタデータフォーマットは様々な要素を持っており、それらを検索するシステムにはユーザビリティに優れたインターフェースが必要であった。図 3.2.1 は、現在稼働している IUGONET メタデータ・データベース (<http://search.iugonet.org/iugonet/>) のスクリーンショットである。左カラムにメニューを配置し、IUGONET ウェブサイトや解析ソフトウェアへのアクセスを容易にしている。中央部に検索インターフェースを配置し、この中でキーワード検索、時間・地理空間範囲検索（後述）、メタデータ種類の選択が可能になっている。検索手法が大きく変わる場合、配置されたタブを操作することで最適なインターフェースを選択することができる。



図 3.2.1 : IUGONET メタデータ・データベース。

IUGONET 共通メタデータフォーマットは、紐づけられたメタデータへのリンク情報を所有している。たとえば、ある数値データのメタデータは、その数値データが取得された観測点、観測機器、プロジェクト管理者のメタデータへのリンクを持っている。これらは IUGONET メタデータ・データベース上ではハイパーリンクという形で再現されるが、一方、深く紐づけられた（データ利用者の利用頻度が高いと思われる）メタデータについては、検索結果にあらかじめ並列表示（図 3.2.2）する。また、Display メタデータに含まれる画像情報へのリンクについてはウェブブラウザの中で画像をポップアップすることができるライブラリにより、IUGONET メタデータ・データベース内での閲覧（アクセス情報は各機関のサーバに記録される）が可能になっている（図 3.2.3）。このような改善により、データ利用者の側に立ったユーザビリティの向上に努めている。

その他、データ管理者の許可のもと、デジタルデータへの直接アクセスや、実データのウェブサイトへのアクセスなどが可能になっている。これらをまとめたものが図 3.2.4 である。

Instrument	
MAGDAS-A magnetometer at ABJ	
Resource Type	Instrument
ResourceID	spase://IUGONET/Instrument/SERC/MAGDAS/ABJ/MAGDAS-A
ResourceName	MAGDAS-A magnetometer at ABJ
Description	3-axis fluxgate magnetometer installed at Abidjan, Ivory Coast
ReleaseDate	2010-08-07
Contact	
PersonID	0: spase://IUGONET/Person/Kiyohumi_Yumoto 1: spase://IUGONET/Person/Shuji_Abe
Role	0: PrincipalInvestigator 1: MetadataContact
InstrumentType	Magnetometer
ObservatoryID	spase://IUGONET/Observatory/SERC/MAGDAS/ABJ
InvestigationName	MAGDAS observation network
Person	
Resource Type	Person
ResourceID	spase://IUGONET/Person/Kiyohumi_Yumoto
ReleaseDate	2010-08-07
PersonName	Kiyohumi_Yumoto
OrganizationName	

図 3.2.2 : 紐づけられメタデータの並列表示。



図 3.2.3 : IUGONET メタデータ・データベース内での画像表示。

**検索結果から広がる
様々な可能性**

実データウェブサイトへのアクセス

各研究機関の準備する実データベースウェブサイトへのアクセスが容易になります。

デジタルデータのダウンロード

データ管理者の許可の下、本データベースからリンクが掲載されている実データのダウンロードや画像閲覧が可能になります。

IUGONET 共通メタデータ情報の表示

観測物理量、観測時間などデータに関する詳細の他、管理者やアクセス URL など実データの取得に必要な情報を含んでいます。また、ここから別のメタデータ情報をたどることも可能です。

※IUGONET共通メタデータフォーマット
国際的な標準化の流れの中で超高層分野のデータにもっともマッチし、かつ汎用性・拡張性があるメタデータフォーマット「SPASE」に対して、IUGONET 独自の改良を加えたものです。策定にあたっては、NICT、JAXA、国立天文台など国内関係機関との定期連絡会を行い、長期的な視野の議論とビジョンの共有化を図っています。

図 3.2.4 : メタデータ・データベースの検索結果。

昨今、ソーシャルメディア（ソーシャルネットワークワーキングサービス）の展開は著しく、このメディアを用いた様々な情報共有が活発に行われている。IUGONET ではいち早くソーシャルメディアに注目し、数々の試みをおこなっている。そのひとつが、インターフェース上部に配置された Addthis である。Addthis とは、複数のソーシャルメディアに対応できるシェアリングツールであり、IUGONET では twitter のつぶやきなどでも積極的に情報を発信しており、連携を図ったメタデータ・データベースの利用を推進している。また、動画配信サイト（Youtube）に専用チャンネルを設け、IUGONET メタデータ・データベースの使用例を動画で紹介するなど、メタデータ・データベースの普及活動にも努めている（3.4 節参照）。その他、インターフェース上部にはアンケートフォームへのリンクを配置し、ユーザーからの要望に対し常にオープンな姿勢を取っている。

2. 時間・地理空間の範囲検索

観測データのメタデータは観測開始時刻と観測終了時刻を含む。この場合、観測データはこれら二つの時刻の間に存在する。超高層物理の研究者が求める検索では、指定した二つの時刻の間に存在する観測データに紐付いたメタデータを検索結果として抽出することが求められる。DSpace は、オープンなデジタルリポジトリを構築するための機関リポジ

トリとして開発されており、Dublin Core メタデータフォーマットを標準でサポートしている。Dublin Core メタデータフォーマットは作成時刻や登録時刻を記述出来る。そのため、DSpace は"時点"に関する検索は可能であるが、"二つの時点に挟まれた時間帯"の検索はできない。この時間の範囲検索を実現するために、我々は DSpace の検索クエリーをカスタマイズした。観測開始時刻を **start time**、終了時刻を **end time** とし、時間検索クエリーの二つの時刻を **from time** と **to time** とした場合、時間の範囲検索のクエリーは

```
( start_time:[from_time TO to_time] OR
end_time:[from_time TO to_time] )
OR
( start_time:[00000101000000 TO from_time] AND
end_time:[to_time TO 99991231235959] )
```

で記述される。時刻は文字列としてデータベースに登録しており、00000101000000 と 99991231235959 は時刻の最小限度と最大限度を表す。ここで、範囲検索は DSpace の検索エンジンである Apache Lucene の Range 検索を用いた。

DSpace は地図検索機能が無いため、時間と同様に検索クエリーをカスタマイズすることで地理空間の範囲検索を実装した。IUGONET で扱う超高層物理学のメタデータは、観測装置の設置場所や測定を行っている範囲(矩形) の情報を含む。観測装置の設置場所の検索は地点の検索である。この検索は、緯度と経度をそれぞれ Range 検索し AND を取ることで実現した。測定を行っている範囲に関しては、時間の範囲検索と同様である。緯度の範囲と経度の範囲をそれぞれ検索し AND を取ることで地図上の矩形範囲の中で観測されたデータを検索可能にした。また、地球座標上での地理空間の範囲検索においては、GoogleMap を利用したユーザーインターフェースを設置し、実際の地図を見ながら範囲選択ができるような工夫を施した (図 3.2.5)。IUGONET で扱うデータには、太陽の撮像画像など地球以外の座標系にて観測されているデータも多数存在する。これらに対しても、ユーザーインターフェースに準備されたタブより選択することで各座標系に適した範囲検索が可能になっている。また、各領域での観測機器を示したイラストからメタデータを抽出できるインターフェースを準備し、初心者から熟練者まで様々なユーザーに対応することが可能になっている (図 3.2.6)。

The screenshot shows the 'Spatial' tab of the KURENAI search interface. It features a 'Free Word' search field with a hint '(e.g. magnetometer, SMART, radio wave, imaging riometer.....)'. Below it is a 'Time' section with 'from' and 'to' date-time fields in YYYY-MM-DDThh:mm:ssZ format, and a '[UTC]' checkbox. The 'Spatial Coverage/Map' section includes a Google Map of East Asia with latitude and longitude coordinates (North: 56.8, West: 78.3, East: 191.6, South: 5.4) and a 'close map' button. At the bottom, the 'Data Types' section has checkboxes for 'Numerical', 'Plot / Movie', 'Data File / Plot', 'Instrument', and 'Observatory', with a 'Search' button.

図 3.2.5 : GoogleMap を用いた範囲検索。

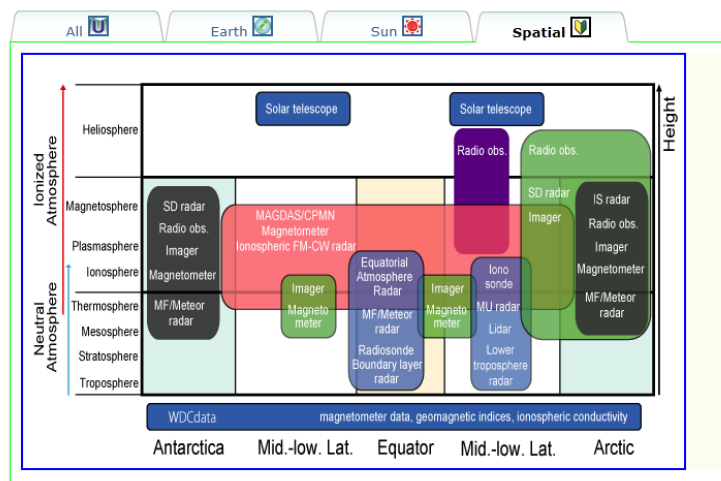


図 3.2.6 : 観測領域と機器を示したイラスト。ここからメタデータの検索が可能になっている。

3. 登録システムの開発

IUGONET メタデータ・データベースはプロジェクト終了後も観測データのメタデータの登録が行われ利用されていく予定である。データベースには複数の機関や多くのプロジェクトによって観測されているデータのメタデータを登録する必要がある。超高層物理学における典型的な観測データは 1 日 1 ファイル生成され、観測データ生成後速やかに

メタデータ・データベースに登録されることが望まれる。さらに、IUGONET プロジェクトでは過去に観測されたデータの登録も行うため、1 度に大量の件数を登録することもある。このようなことから、メタデータ・データベースに登録するまでの作業と時間を短縮するためにデータベースへのメタデータ登録を自動化するシステムを開発する必要がある。

我々はバージョン管理システムである Git (<http://git-scm.com/>) を用いたメタデータの登録システムを開発している。Git は主にソースコードのバージョン管理に使われるソフトウェアであるが、このテキストファイルを対象にした履歴管理機能を、メタデータファイル(XML ファイル) の管理に応用することにした。データ提供機関が作成したメタデータファイルは、一度 Git で管理される。そこで、メタデータの妥当性が検証された後、DSpace にメタデータが自動登録される。開発した登録システムを使うことで以下の利点がある。

- ・ユーザーは、DSpace の登録コマンドを使わずに、通常のディレクトリ・ファイルシステムに近い形でメタデータを登録することができる。
- ・更新履歴情報を管理することでメタデータの信頼性を高めることができる。信頼性とは、メタデータを誰がいつ作成し、間違ったメタデータがいつ修正されたか、修正前はどのような情報が公開されていたかなどが分かることを示す。
- ・Git を用いてメタデータのバックアップや履歴管理を行うため、メタデータ・データベースは検索システムとして簡素化できる。

DSpace へのメタデータの登録の流れであるが、メタデータ提供者が作成した XML 形式のメタデータファイルは、まず Git リポジトリに登録される。Git リポジトリではメタデータファイルの変更履歴を管理しているため、その履歴情報から DSpace に登録するファイル(新規提出・更新・削除されたメタデータファイル) のリストを自動生成することが可能である。そして、登録対象のメタデータファイルは、DSpace 登録フォーマットに変換後、DSpace へ登録される。DSpace への登録に先立ち、削除リストのファイルを DSpace から削除する。最後に、DSpace に登録したログから必要な情報を再び Git に登録し管理する。コミット ID は、Git リポジトリで変更履歴を表す ID であり、この ID を保存することでどの履歴までの変更を DSpace に登録したかがわかるようになっている。アイテム ID は DSpace に登録されているメタデータファイルの内部 ID で、更新・削除

の時に利用する。

上記の登録の流れは自動的におこなわれるべきであり、そのためのソフトウェアを開発している。ひとつは、各機関によって Git リポジトリに登録されたメタデータファイルが IUGONET 共通メタデータフォーマットの所定の書式に従って記載されているかをチェックするツールである。エラーを発見した場合は各機関担当者へメールが送信される。もうひとつは、IUGONET メタデータを DSpace に登録できる形に変換し、登録するツールである。これらの手順を踏むことによって、IUGONET メタデータ・データベースには論理的に間違いのないメタデータが日々追加されていく。

4. インストールシステムの開発

DSpace は Apache Tomcat、PostgreSQL、Apache Lucene 等がラッピングされたソフトウェアであり、我々が開発したメタデータ・データベースはその上に改良が施されている。そのため、他の機関が我々のメタデータ・データベースを独自のサーバ上で運用したい場合、環境構築が非常に煩雑であるという欠点がある。この欠点を補うため、我々は IUGONET メタデータ・データベースのための環境構築を補助するシステムを開発した。具体的には Ant と呼ばれるビルドツールを利用した。Ant は Java で記述されており、Java の動作する環境ならば利用することができる。ビルドの際に実行する個々のコマンドについてもプラットフォームに依存しない形で非常に柔軟に記述することができる。IUGONET プロジェクトでは、IUGONET メタデータ・データベースの環境構築のために Ant がどのように実行されるべきかを記載した build.xml ファイルを準備しており、このファイルを読み込ませて Ant を実行することによって、ソフトウェアのダウンロードはもちろん、適切な場所へのインストールやユーザーの作成など、メタデータ・データベース運用に必要な全ての項目が自動的に処理される。

3.2.3 今後の展望

IUGONET プロジェクトでは、メタデータ・データベースの構築に加えて、可視化・解析ソフトウェアを開発している。IUGONET メタデータ・データベースを利用する方法として、Web ブラウザを用いた検索方法に加え、外部提供インターフェースを用意することで可視化・解析ソフトウェアからの利用も想定している。具体的には、可視化・解析する対象である観測データファイルの所在情報などをメタデータ・データベースから検

索・取得できるようにすることで、可視化・解析ソフトウェア側から観測データへのアクセシビリティを良くすることを目指している。我々はメタデータ・データベースに Amazon.com の子会社である A9 によって開発された **OpenSearch** を実装済みであり、可視化・解析ソフトウェアからのクエリーを正常に処理した結果を返すことを確認している。パフォーマンステストやメタデータ・データベースと可視化・解析ソフトウェアの相互通信を利用した総合解析は今後の実施事項である。

IUGONET メタデータ・データベースのキーワード検索は、メタデータに登録された語句を完全一致で検索する。これは、同様の意味であっても語句が異なる場合は検索されないことを意味する。また、メタデータ内での使用言語は英語であるため、日本語によるキーワード検索では基本的にメタデータは検索されないことになる。これらを補う方法のひとつは、メタデータへの記述を非常に詳細にすることであるが、この方法はメタデータ製作側の負担を非常に大きくする。我々は IUGONET メタデータ・データベースに連想検索の機能を追加することで、上記のような複雑な検索にも対応することを今後の課題としている。連想検索とは、言葉のつながりを元にして、指定された語句や文書に近い語句や文書を探し出す検索技術である。連携各機関が作成している超高層大気分野に関する用語集をデータベースとすることで、より信頼性のある連想検索が可能になる。

3.3 データ解析ソフトウェアの開発

3.3.1 開発方針

まず、IUGONET 参加機関が所有するデータから超高層大気長期変動メカニズムを研究するために、こういった描画、解析が必要かという議論からスタートした。その結果、解析ソフトウェアの主な仕様として、複数の時系列データを並べて表示できる機能や、ダイナミックスpekトルやケオグラム（カメラ画像のある方向の断面を時系列に並べたもの）のように横軸に時刻、縦軸に周波数や高度、緯度等をとった 2 次元カラー表示機能、太陽画像やオーロラ画像、電離層等価電流等の 2 次元画像・ベクトル表示機能、フィルターやフーリエ変換、相関解析等の機能が必要であることが明らかになった。

次に、上記の仕様を実現するために、既存の解析ソフトウェアについて調査を行なった。主なものとして、IDL (Interactive Data Language)¹⁾、GDL(GNU Data Language)²⁾、MATLAB³⁾、Scilab⁴⁾、SciPy⁵⁾、Autoplot⁶⁾等を調査した。最終的に、以下の理由から IDL を選択した。(a) プロジェクト参加機関の多くで使われており、既存のソフトウェア資源を有効活用できる。(b) 国内外を問わず、太陽地球系物理学の分野に広く普及しており、開発したソフトウェアのユーザーを安定して獲得できる。また、太陽物理のための統合ソフトウェアライブラリである SolarSoft⁷⁾や、SuperDARN(Super Dual Auroral Radar Network)^{8),9)}レーダー用のライブラリ GO¹⁰⁾、THEMIS ミッション¹¹⁾ のライブラリ TDAS(THEMIS Data Analysis Software suite)¹²⁾といった参考となるサイエンス目的の IDL ライブラリが既に存在する。(c) IDL はライセンスが高額であるが、後述するように IDL Virtual Machine¹³⁾という実行ファイルを走らせることができる環境が無償で提供されている。

特に、本プロジェクトでは、THEMIS ミッションで開発された TDAS をベースにソフトウェアを開発することに決定した。TDAS を選択した理由については、TDAS の概要と共に 3.3.2 節で説明する。

3.3.2 TDAS の概要

TDAS は、THEMIS ミッションで取得された衛星観測データ、地上観測データを解析するための統合解析ツールであり UCB (University of California, Berkeley) のウェブサイト(<http://themis.ssl.berkeley.edu/software.shtml>) で公開されている。ここで、

THEMIS ミッションとは、2007 年 2 月に打ち上げられた 5 機の磁気圏探査衛星と北米の約 20 ヶ所の全天カメラ、磁場観測装置を組み合わせ、オーロラが爆発的に発達する現象「サブストーム」^{14), 15)}の発生機構を解明することを目的としたミッションである。

TDAS は、各ユーザーのコンピュータに IDL がインストールされていることが前提になっている。TDAS の主な特徴として、以下が挙げられる。(1) HTTP プロトコルを使って遠隔にあるデータファイルをインターネット越しに各自のコンピュータにダウンロードする機能が備わっている。(2) ロードしたデータは、観測プロジェクトの情報やデータ使用ポリシー等のグローバル属性やデータの描画についての可視化属性と共に `tplot` 変数と呼ばれる構造体に格納され、描画・解析時に参照される。(3) 複数データのスタックプロットやフィルター、ウェーブレット等の時系列データの可視化、解析のためのサブルーチンが多数用意されている。(4) テキスト形式で書かれた IDL プログラムのライブラリであるため、IDL の知識があれば、ユーザーが自由に参照、改良できる。(5) GUI (Graphical User Interface) が用意されており、IDL 初心者でも比較的簡単に利用できる。

(1)、(2)の特徴から、TDAS では、日時指定 (`timespan`)、データロード (`thm_load_XXX`; ここで `XXX` はデータ種に依存)、プロット (`tplot`) の 3 つのコマンドだけで、データを描画できる。そのため、ユーザーは、データをロードするためのプログラム名さえ知っていれば、データが何処にあるのか、どんな種類のデータなのか、ファイル形式は何か、といったことを意識しないで簡単に見栄えの良いプロットを作成することができる。もし、プロットしたいデータのロードプログラムが存在していない場合でも、ユーザー側で TDAS のプログラミングの作法に従ってロードプログラムを書きさえすれば、TDAS を使って表示、解析することができる。また、(3)により、3.3.1 節で述べた我々の研究に必要とする機能の多くを利用することが可能となる。(但し、2 次元画像の描画・解析ツールは、現時点で不十分なところがあると考えている。)

データ解析に普段 IDL 及び TDAS を使っていない研究者は、上記データロード機能をデータ収集の目的のみに利用することもできる。TDAS にはロードした `tplot` 変数を ASCII ファイルに出力する機能があり、この機能を使うことで、IDL 以外のソフトウェアにデータを簡単に取り込むことができる。また、3.3.4 節で述べるように、現在、IDL Virtual Machine 環境で動作する TDAS の開発を進めており、これが完成すれば、IDL ライセンス無しにデータを収集及び ASCII ファイル出力することも可能となる。

THEMIS ミッションの観測データのほとんどは、CDF (Common Data Format)¹⁶⁾と呼ばれる自己記述型のファイル形式で保存されている。そのため、CDF ファイルを取り扱うためのライブラリが充実しており、ファイル形式を CDF ファイルに変換しておくことで最もその恩恵を受けることができる。しかし、ASCII ファイルや独自のバイナリ形式のファイルであっても、TDAS に取り込むことは容易である。

上記のような特徴から、日本の内部磁気圏探査ミッション ERG (Energization and Radiation in Geospace)^{17), 18)}は、IUGONET プロジェクトよりも先に、TDAS を解析ツールとして正式に採用することを決定した。ERG ミッションは、内部磁気圏探査衛星と、地上観測ネットワーク、理論・モデリング・総合解析を3つの軸として掲げており、IUGONET 所属機関の所有する多くの地上観測データも重要な要素であると位置づけられている。このことから、ERG ミッションと協力してソフトウェア開発ができる点、並びに、2014 年頃の ERG 衛星打ち上げに向けて TDAS のユーザーが増えることが期待できる点も、IUGONET が TDAS を採用した理由の一つである。

以上のような経緯から、2010 年 12 月に開催されたアメリカ地球物理学連合 2010 年秋季大会 (AGU Fall Meeting 2010) において、THEMIS サイエンスサポートチーム、ERG サイエンスセンター (ERG-SC)、IUGONET 開発者メンバーとの間で会合が行われ、TDAS を IUGONET プロジェクトの解析ソフトウェアとして採用することが確認され、協力体制等が議論された。

3.3.3 UDAS の開発と現状

3.3.2 節で述べたように、IUGONET の所有する観測データを TDAS で取り扱うためには、各データについてのロードプログラムを作る必要がある。そこで、開発の第一段階として、それぞれの機関が所有する代表的なデータについて、ロードプログラムを作成することにした。

TDAS では、このロードプログラムの中に、データファイルを公開しているウェブサイトの URL を書き込む必要がある。本プロジェクトでは、メタデータについてはプロジェクト参加機関の統合データベースが存在するが、実データについては統合データベースを持たない。これは、実質的にマンパワーが不足している、各機関により既に実データのデータベースがある程度整備・公開されている、データが多種多様であり管理が困難である等が主な理由である。

同様の理由により、本プロジェクトでは、実データのファイル形式の統一は行わない。
THEMIS ミッションでは、データファイルは基本的に CDF 形式で統一されており、ファイルの中に観測プロジェクトや PI の情報、データ使用ポリシーといったグローバル属性や描画のための可視化属性が含まれているため、`tplot` 変数へのロードがシンプルに記述できる。一方、CDF ファイル以外のものについては、TDAS に実装されている `cdf2tplot` (CDF ファイルを読み込んでデータを `tplot` 変数に格納する便利なサブルーチン) 等が使えず、ASCII や独自バイナリファイルからデータを読み、且つ、グローバル属性や可視化属性を `tplot` 変数へ格納するためのプログラムを独自に書く必要がある。

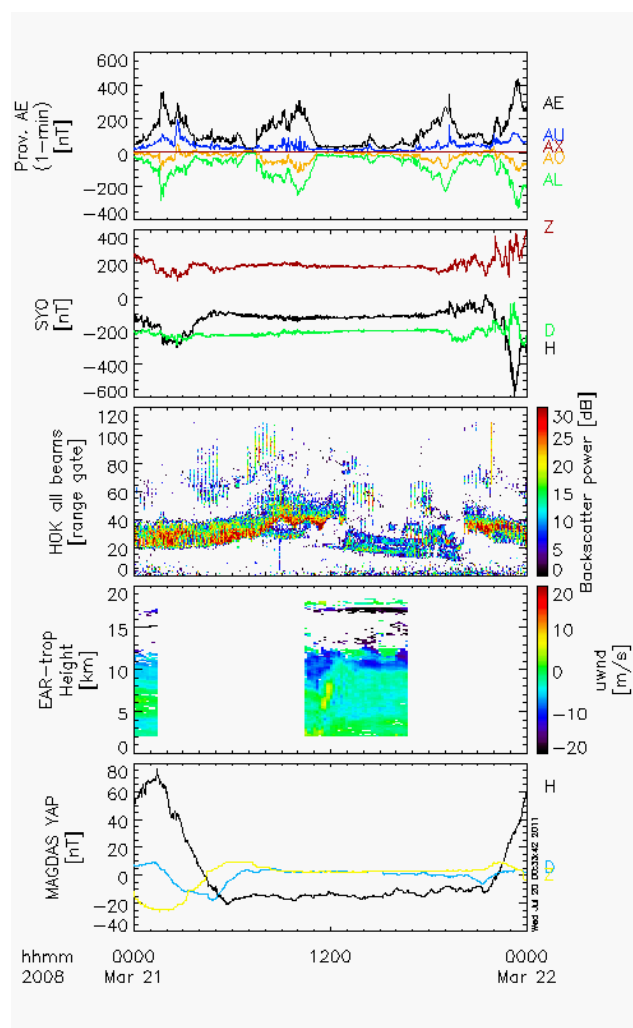


図 3.2.1 : UDAS のロードプログラムを使って作成したスタックプロット。上から、2008 年 3 月 21 日の京大地磁気世界資料解析センター（以下、京大 WDC）の AE 指数¹⁹⁾、極地研の昭和基地地磁気データ、名大の SuperDARN 北海道レーダーデータ、京大生存圏研究所の赤道大気レーダーデータ、九大の MAGDAS^{20), 21), 22)}の YAP 観測点の地磁気データ。

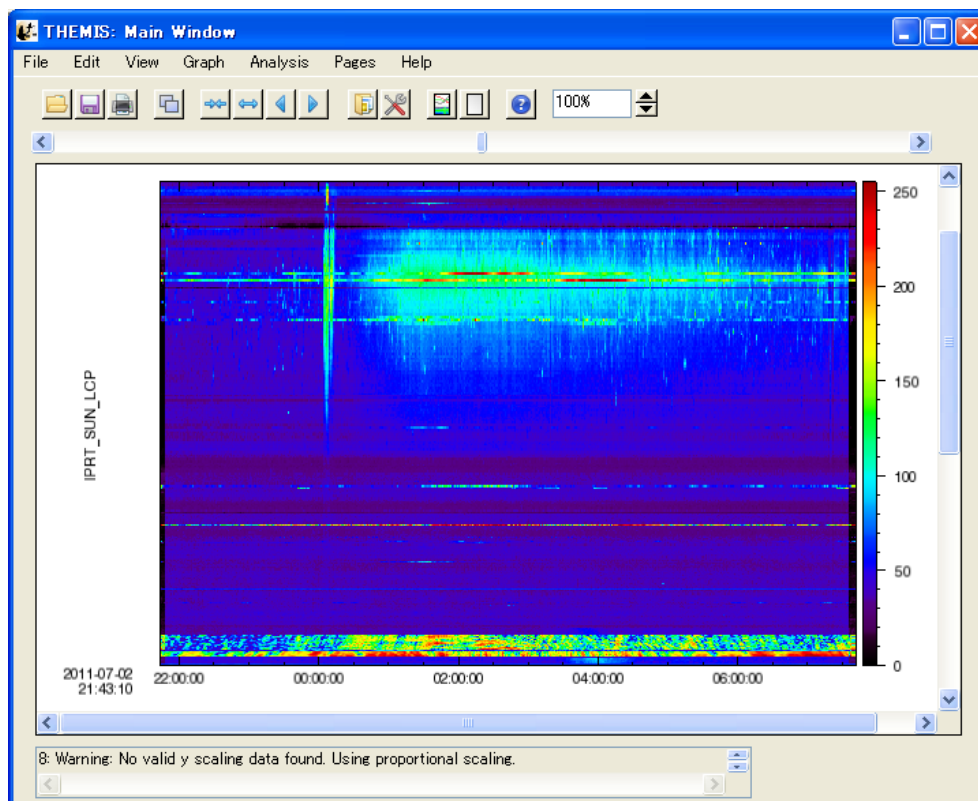
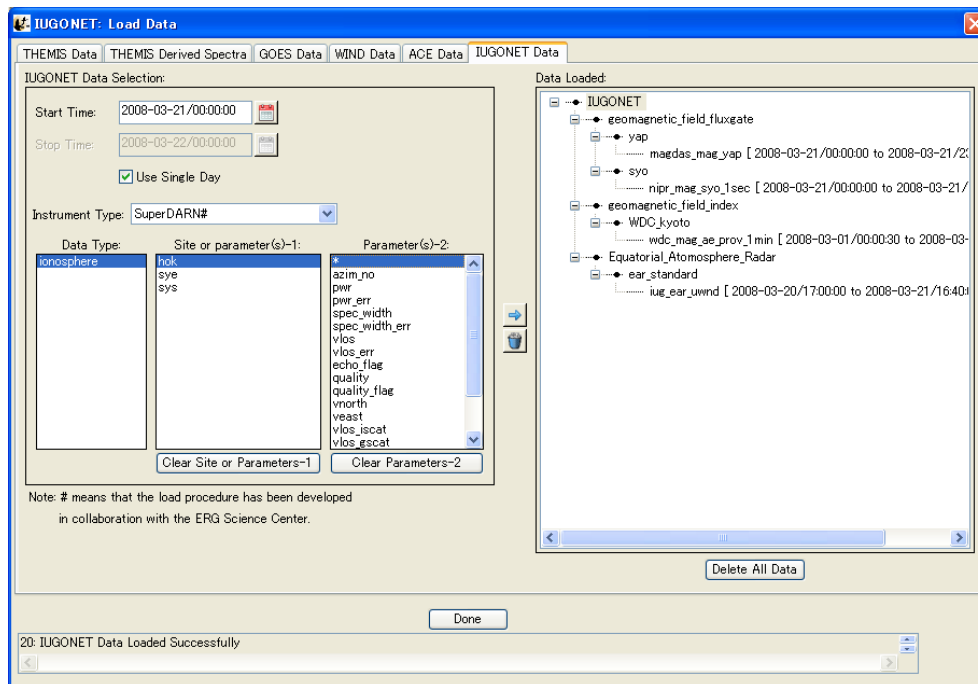


図 3.2.2 : (上) TDAS の GUI のデータロードウィンドウに IUGONET Data タブを組み込んだ例。(下) TDAS の GUI でプロットした東北大学の飯館電波望遠鏡による VHF 帯太陽電波データ。

これらのロードプログラムは、ERG ミッションのサイエンス部門である ERG サイエンスセンター（ERG-SC）とメーリングリストやテレビ会議等で情報交換しながら協力して開発している。図 3.2.1 に、これまでに作成したいくつかのロードプログラムを実行して TDAS で描画した例を示す。図に示されるように、IUGONET の持つ種類の異なる複数の時系列データを、並べて表示することが可能である。

また、我々は、TDAS に既存の GUI で IUGONET データがロードできるように TDAS のプログラムを変更、追加した。図 3.2.2 に、作成した GUI のサンプル画像を示す。ここで、GUI のデータロードウィンドウに IUGONET Data タブが追加されていることに注意してほしい（上図）。この改良には TDAS の GUI プログラムを一部書き換える必要があるが、後に述べるように TDAS オリジナルのプログラムを上書きする訳ではない。



図 3.2.3 : UDAS のダウンロードページ(<http://www.iugonet.org/software/install.html>)。

開発したプログラムは、2011 年 5 月に、UDAS (iUgonet Data Analysis Software) β バージョンとしてウェブページで公開された。その後、4 回のバージョンアップ（UDAS v1.00.b1～v1.00.b4）を経て、2012 年 2 月に正式バージョン（UDAS v1.00.1）が公開された。図 3.2.3 に UDAS ダウンロードページを、表 2.1 に 2012 年 3 月 1 日時点において公開されている UDAS バージョン 1.00.1 のロードプログラムの一覧を示す。UDAS は、

TDAS のプラグインソフトであり、TDAS がインストールされたコンピュータにダウンロードし、IDL パスを設定することで、UDAS のライブラリが使えるようになる。バージョン番号の 1.00 は TDAS バージョン 6.00 用のプラグインであることを、1 はリビジョン番号を表している。UDAS パッケージの中には、GUI についてのプログラムの一部が TDAS と同じ名前で置いてあり、TDAS よりも UDAS を先に読むように IDL のパスを設定することで、GUI における IUGONET データロード機能を実現している。

観測データ	プログラム名
飯館電波望遠鏡データ	iug_load_iprt
境界層レーダーデータ	iug_load_blr_rish
L バンド下部対流圏レーダーデータ	iug_load_ltr_rish
赤道大気レーダーデータ	iug_load_ear
MU レーダーデータ	iug_load_mu
流星レーダーデータ	iug_load_meteor_rish
MF レーダーデータ	iug_load_mf_rish
ウィンドプロファイラーレーダーデータ	iug_load_wpr_rish
SuperDARN レーダーデータ(*)	iug_load_sdfit
EISCAT レーダーデータ	iug_load_eiscat
地磁気指数、WDC 地磁気データ	iug_load_gmag_wdc
昭和基地、アイスランド地磁気データ(*)	iug_load_gmag_nipr
210° 地磁気観測網データ(*)	iug_load_gmag_mm210
MAGDAS 地磁気観測網データ	iug_load_gmag_serc

表 3.2.1 : UDAS v1.00.1 に含まれているロードプログラム。(*)印は、ERG 関連データのロードプログラム(erg_load_xxx)のエイリアス。

UDAS でロードできるデータについての様々な情報は、2012 年 3 月に本公開を開始した IUGONET メタデータ・データベース (<http://search.iugonet.org/iugonet/>)^{23), 24)}で収集できる。ユーザーは、このメタデータ・データベースでフリーワード検索や時刻検索、緯度経度検索を行うことによって、解析したいデータの詳細な解説や使用ポリシー、観測点・観測装置の情報、観測プロジェクトや実データ・データベースの URL、コンタクトパ

ーソンの連絡先といった有用な情報を取得できる。UDAS から直接メタデータ・データベースにアクセスする方法についても、現在検討中であり、3.3.4 節でその一例を紹介する。

ここで、本プロジェクトと先に述べた ERG ミッションの解析ソフトウェア開発方針の違いを述べておく。ERG ミッションでは、IUGONET と異なり、ERG ミッションに関連する衛星・地上観測データの統合データベースを構築する。また、ERG ミッションでは、THEMIS ミッションと同様に、全てのデータファイルを CDF 形式に変換する。IUGONET でも、一部の観測装置（フラックスゲート磁力計の一部、ELF/VLF 帯自然電波受信装置、リオメータ、イメージングリオメータ²⁵⁾、SuperDARN レーダー、EISCAT (European Incoherent Scatter) レーダー²⁶⁾、イメージャ等) のデータの CDF 化が進められているが、これらのデータの CDF 化は部分的に ERG-SC の協力により行われている。さらに、ERG ミッションで開発されたロードプログラムは、関係者にテスト公開された後、TDAS に統合され UCB ウェブページから公開される。既に、TDAS バージョン 6.00 には、ERG-SC が中心となって開発した 210° 地磁気観測網^{27), 28)}データと昭和基地・アイスランド地磁気データのロードプログラムが含まれている。

3.3.4 今後の展望

本節では、UDAS の今後の計画として、(i) IDL Virtual Machine (以下、IDL-VM) 環境で走る実行ファイルの開発、(ii) TDAS と UDAS の統合、(iii) メタデータ・データベースとの連携、(iv) 2 次元画像データのロード、描画プログラムの開発、の 4 つについて紹介する。

(i)について、TDAS は IUGONET プロジェクトの解析ソフトウェアとして有用であるが、TDAS を使う一つの問題点として、IDL ライセンスが高額であることが挙げられる。そこで、我々は、THEMIS サイエンスサポートチームと協力し、IDL-VM 環境で動作する TDAS の開発を進めている。IDL-VM とは ITT-VIS により無償提供される IDL の実行環境であり、IDL ライセンスがある状況でコンパイルした実行ファイルをこの環境で走らせることができる。これまでに、IDL の標準ライブラリと TDAS ライブラリを全てコンパイルする方法で TDAS の GUI の実行ファイルを作成した。その結果、TDAS v6.00 の GUI の全ての機能を、IDL-VM 環境で使用できることを確認した。今後、2012 年 3 月にリリースされる TDAS v7.00 の GUI の実行ファイルを作成し、TDAS ウェブサイトから公開することを予定している。

(ii)について、既に述べたように、現状では UDAS は TDAS とは別々のパッケージであり、TDAS にパッチを当てる形でインストールを行う。しかし、今後、UDAS を TDAS の中に含め、THEMIS ウェブサイトから公開することを検討している。これには、(a) TDAS ユーザーに IUGONET が所有するデータを利用してもらえる可能性が高くなること、(b) UDAS を含めた TDAS について IDL-VM 環境で走る実行ファイルの公開が容易になること、等のメリットがある。(a)は、IUGONET のウェブページにアクセスし UDAS をダウンロード・インストールする手間を省略することで、TDAS ユーザーが IUGONET データを利用する機会が増加することが期待できる。(b)は、(a)よりも本質的な問題である。UDAS は TDAS のプラグインソフトであるため、IDL-VM 環境で走らせるためには、UDAS と TDAS を同時にコンパイルし実行ファイルを作成する必要がある。即ち、UDAS を TDAS と切り離して IDL-VM 用実行ファイルを作ることはできない。そのため、UDAS (+TDAS) の実行ファイルは IUGONET 単独では公開できない可能性がある。この問題を解決する最も簡単な方法は、TDAS の中に UDAS を含めてしまい、THEMIS ウェブサイトから公開することである。

そこで、我々は、2012 月 12 月のアメリカ地球物理学連合 2011 年秋季大会 (AGU Fall Meeting 2011) において THEMIS サイエンスサポートチームと会合を持ち、UDAS と TDAS の統合について議論した。現在、2012 年中旬にリリース予定の TDAS v7.1 で、UDAS を含めることを検討している。この際、IUGONET のパッケージは、themis、erg 等と同様に `tdas_7_1/idl/`以下の `iugonet` ディレクトリの中に置かれる計画である。また、統合後に新たに作成した IUGONET データのロードプログラムは、これまでと同様に IUGONET ウェブサイトからパッチとして公開する予定である。

(iii)のメタデータ・データベースとの連携として、解析ソフトからメタデータ・データベースにアクセスして、データファイルの所在情報を動的に取得することを検討している。前述のように、TDAS では、個々のデータのロードプログラムの中でデータの URL が静的に与えられる。しかし、この方法は、データの所在が変わる度にロードプログラムを修正しなければならない、あまり賢いやり方とは言えない。そこで、図 3.2.4 に示すように、メタデータ・データベースと連携してデータの URL を取得する。流れは以下の通りである。1. 解析ソフト (IDL) から IUGONET メタデータ・データベースに対して目的のデータを検索するためのクエリーを送信する (図 3.2.4(1))。2. OpenSearch²⁹⁾により出力した検索結果を XML 形式のファイルで受信する (図 3.2.4(2))。3. IDL の XML パーサを使

って URL を抽出する（図 3.2.4(3)）。4. 取得した URL を使ってロードプログラムによりデータファイルをクライアント PC にダウンロードし、IDL 上にデータをロードする（図 3.2.4(4)～(6)）。既に、我々は、上記のサンプルプログラムを作成し、データをロードできることを確認している。

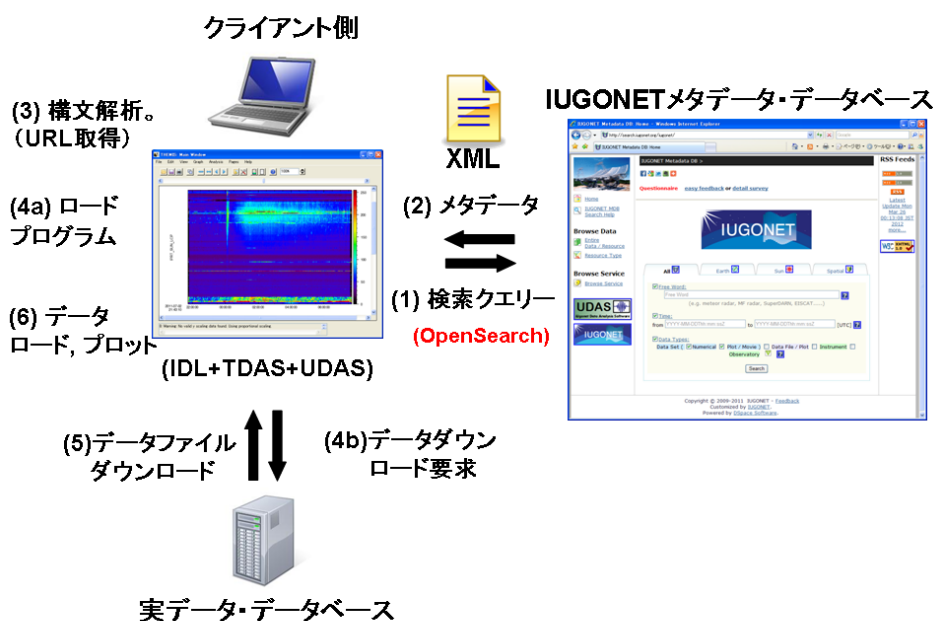


図 3.2.4 : UDAS と IUGONET メタデータ・データベースの連携の流れ。

このような UDAS とメタデータ・データベースとの連携は、UDAS のメンテナンスの負担軽減という点からも極めて有効である。上記のようにロードプログラムに必要な情報をメタデータ・データベースから取得することで、メンテナンス作業はメタデータの更新のみに抑えられ、UDAS のプログラム変更の手間を最小限にすることができる。また、様々なデータのロードプログラムをある程度統一した形式で記述することができるというメリットもある。

(iv)について、IUGONET 参加機関の中には、太陽画像やオーロラ画像、レーダーデータ、イメージングリオメータデータ等、2次元データが複数存在し、これらを TDAS でロード、描画する要求がある。しかし、IUGONET の 2次元データのロードプログラムは、現時点で SuperDARN レーダーを除いて UDAS に含まれていない。一方、同じ地理座標上にオーロラ画像や SuperDARN レーダーデータ、イメージングリオメータデータ、地磁気から推定される電離層等価電流系、衛星のフットプリント等を重ね描きすることは、超

高層大気科学、特に、磁気圏電離圏物理の分野でしばしば求められる機能である。

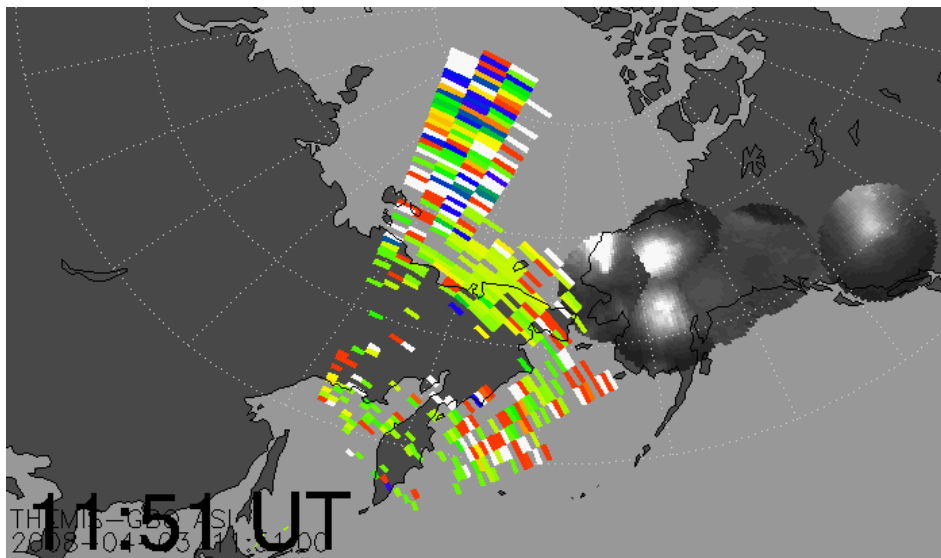


図 3.2.5 : SuperDARN 北海道レーダーデータと THEMIS 地上観測点で得られた全天カメラ画像を地図上に重ね描きした例。

図 3.2.5 は、UDAS v1.00.1 に含まれている SuperDARN レーダーのプロットルーチンを使って、SuperDARN 北海道レーダーのデータと THEMIS 地上観測点の全天カメラ画像を重ねて描画した例である。今後、IUGONET が所有する複数の 2 次元データを同様のやり方でプロットするためには、プロットルーチンの開発は元より、2 次元データを地理座標上へマッピングするための情報の整備、公開も必須である。

参考文献：

- 1) IDL (Interactive Data Language)
<http://www.itlvis.com/language/en-US/ProductsServices/IDL.aspx>
- 2) GDL (GNU Data Language)
<http://gnudatalanguage.sourceforge.net/>
- 3) MATLAB
<http://www.mathworks.co.jp/>
- 4) Scilab
<http://www.scilab.org/>
- 5) SciPy
<http://www.scipy.org/>

- 6) Autoplot
<http://autoplot.org/>
- 7) SolarSoft
<http://sohowww.nascom.nasa.gov/solarsoft/>
- 8) SuperDARN(Super Dual Auroral Radar Network)
<http://superdarn.jhuapl.edu/>
- 9) Greenwald, R. A., K. B. Baker, R. A. Hutchins, and C. Hanuise, An HF phased-array radar for studying small-scale structure in the high-latitude ionosphere, *Radio Sci.*, Vol.20, No.1 (1985), pp.63-79.
- 10) GO
<http://www.ion.le.ac.uk/cutlass/idl/go.html>
- 11) Angelopoulos, V., The THEMIS mission, *Space Sci. Rev.*, Vol.141 (2008), pp.5-34, doi:10.1007/s11214-008-9336-1.
- 12) TDAS (THEMIS Data Analysis Software suite)
<http://themis.ssl.berkeley.edu/software.shtm>
- 13) IDL Virtual Machine
<http://www.itvis.com/language/en-US/ProductsServices/IDL/IDLMModules.aspx>
- 14) Akasofu, S.-I., The development of the auroral substorm, *Planet. Space Sci.*, Vol.12 (1964), pp.273-282.
- 15) Elphinstone, R. D., J. S. Murphree, and L. L. Cogger, What is a global auroral substorm?, *Rev. of Geophys.*, Vol.34 (1996), pp.169-232.
- 16) CDF (Common Data Format)
<http://cdf.gsfc.nasa.gov/>
- 17) ERG (Energization and Radiation in Geospace)
http://gemsissc.stelab.nagoya-u.ac.jp/erg_ja
- 18) Miyoshi, Y., K. Seki, K. Shiokawa, T. Ono, Y. Kasaba, A. Kumamoto, M. Hirahara, T. Takashima, K. Asamura, A. Matsuoka, T. Nagatsuma and ERG Working Group, Geospace Exploration Mission: ERG Project, *Transactions of the Japanese Society for Artificial Intelligence, Aerospace Technology Japan*, Vol.8 (2010), pp.Tm_1-Tm_6.
- 19) AE(Aurora Electrojet)指数
<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/aedir/index-j.html>
- 20) MAGDAS
<http://magdas.serc.kyushu-u.ac.jp/>

- 21) Yumoto, K. and the MAGDAS Group, MAGDAS project and its application for space weather, *Solar Influence on the Heliosphere and Earth's Environment: Recent Progress and Prospects*, Edited by N. Gopalswamy and A. Bhattacharyya (2006), pp.309-405, ISBN-81-87099-40-2.
- 22) Yumoto K. and the MAGDAS Group, Space weather activities at SERC for IHY: MAGDAS, *Bull. Astr. Soc. India*, Vol.35 (2007), pp.511-522.
- 23) 小山幸伸, 河野貴久, 堀智昭, 阿部修司, 吉田大紀, 林寛生, 田中良昌, 新堀淳樹, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 元場哲郎, 田所裕康, 鍵谷将人, 超高層物理学分野の為のメタデータ・データベースの開発, H22 年度宇宙科学情報解析シンポジウム「宇宙科学と大規模データ」 (2011).
- 24) 堀智昭, 鍵谷将人, 田中良昌, 林寛生, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 小山幸伸, 河野貴久, 金田直樹, 新堀敦樹, 田所裕康, 米田瑞生, IUGONET 共通メタデータフォーマットの策定とメタデータ登録管理システムの開発, H22 年度宇宙科学情報解析シンポジウム「宇宙科学と大規模データ」 (2011).
- 25) Detrick, D. L. and Rosenberg, T. J.: A phased-array radiowave imager for studies of cosmic noise absorption, *Radio Sci.*, Vol.25, No.4 (1990), pp.325-338.
- 26) 小川泰信, 野澤悟徳, Ingemar Häggström, 大山伸一郎, 元場哲郎, 津田卓雄, 齋藤昭則, 宮下幸長, 田中良昌, 堀智昭, 上野玄太, 宮岡宏, 藤井良一, 欧州非干渉散乱 (EISCAT) レーダーの大規模データ処理と可視化, H22 年度宇宙科学情報解析シンポジウム「宇宙科学と大規模データ」 (2011).
- 27) 210 度地磁気観測網
<http://stadb2.stelab.nagoya-u.ac.jp/mm210/>
- 28) Yumoto, K. and the 210MM Magnetic Observation Group, The STEP 210 magnetic meridian network project, *J. Geomag. Geoelectr.*, Vol.48 (1996), pp.1297-1310.
- 29) OpenSearch
<http://www.opensearch.org/Home>

3.4 アウトリーチ活動

IUGONET プロジェクトにおける主要な成果物は、学際的研究推進のためのインフラ構築である。このインフラは、ユーザーによって活用されることにより、初めて価値が出るものであり、それ故、ユーザー獲得が急務である。ユーザー獲得の為に広報活動は、その広報活動の受け手を明確に想定した上で行う必要があるが、IUGONET プロジェクトが想定するユーザーは、

1. (学際的研究推進を掲げている IUGONET においては、) ある特定の研究分野に属する研究者のみならず、様々な研究分野の研究者、
2. (ある分野の専門家は、他分野においては非専門家であるため) 専門家のみならず、非専門家、
3. (取り扱っているデータがグローバルなデータに関するメタデータであることから、) 日本の研究者のみならず、海外の研究者、

である。この3点から分かるように、広報対象範囲が広範であるため、効率的な広報戦略を採用する必要がある。そこで、IUGONET プロジェクトでは、従来型広報手段に加えてソーシャルネットワークを用いた広報を試みた。

3.4.1 従来型広報手段の利用

3.4.1.1 Web による広報

2009 年 9 月に IUGONET プロジェクトの Web ページを公開した。プロジェクト開始当初は、プロジェクトの概要説明が中心であったが、プロダクト開発の進捗と共にコンテンツを充実させ、メタデータ・データベースと、データ解析ソフトウェアの正式リリースを迎えた 2012 年 3 月には、IUGONET プロダクトのユーザー獲得の為に、両コンテンツを全面的に打ち出す様に大幅にリニューアルした。以前の Web ページは文字情報中心だったのに対し、現在の Web ページは、バナー、説明図、説明動画へのリンクを多数取り揃えており、直感的理解を促進するよう心がけた。さらには、IUGONET プロダクトであるメタデータ・データベースや解析ソフトウェアのページに、ユーザーが直ちに到達できるように、リファクタリングも行った。

3.4.1.2 学会におけるブース展示

潜在的な会員数は 3 万人規模といわれる日本地球惑星科学連合の連合大会において、IUGONET プロジェクトの周知、そしてプロダクトのユーザー獲得の為に、2009 年から毎年ブース出展を行っており、2012 年以降も同様に展出する予定である。展示ブースにおいては、ポスター展示のみならず、メタデータ・データベースならびに解析ソフトウェアの実演展示なども行っている。IUGONET の最も重要なプロダクトという位置づけのメタデータ・データベースは、その高い重要性とは相反して、とりわけブース展示においては、データベース関係者以外の一般ユーザーからの反応が良くない。これは、(a) メタデータ・データベースが取り扱っている文字情報は、特に広い会場における視覚的なインパクトが弱く、さらには、(b) メタデータ・データベースの最大の売りである「分野横断的な検索が出来る」という点も、それらの文字情報を読まないことには伝わらない、という原因が推測される。そこで、もうひとつのプロダクトである解析ソフトウェアを中心にした展示を行うことにした。解析ソフトウェアで出力されたプロットは、より視覚的に訴えることが出来、また、サイエンスのみに興味を持った来場者の足も止めやすいからである。この様にして、来場者の注目を集めた後に、メタデータ・データベースの説明も合わせて行っている。

展示ブースに足を止めてもらう為の上記以外の取り組みとして、京都大学大学院理学研究科の地球科学輻合部可視化グループで行われている Dagik (<http://dagik.org/>) というデジタル地球儀を借り受け、その地球儀上に IUGONET の観測ネットワークを表示する展示も行っている。当初、Dagik に興味って足を止めた来場者を、IUGONET プロジェクト・プロダクトの紹介に誘導する意図で展示しており、特に高校生発表セッションが開催される日に効果を上げている。

3.4.2 ソーシャルネットワークを用いた広報

アメリカ地球物理学連合(AGU: American Geophysical Union) は Facebook、Twitter、YouTube、LinkedIn、Flicker、Blog、を採用しており、また、日本地球惑星科学連合(JpGU: Japan Geoscience Union) は Facebook と Twitter を採用しているように、地球惑星科学に関する様々な機関においてソーシャルネットワークサービス(SNS: Social Networking Service) を用いた広報が広がっている。前述の通り、IUGONET の広報対象範囲は広範であるため、従来型広報手段に加えて、SNS を用いた新たな広報手段を採用した。これは、

SNS の利用者が多いであろう若手研究者層を主なターゲットとした広報である。

3.4.2.1 Twitter の利用

IUGONET は Twitter 公式アカウント@iugonet を取得し、運用中である。現在のフォロワー数は 80 でフォロワー数は 40 である。Twitter は、日本において利用者が多い為、日本向けの情報を和文でつぶやいている。つぶやく内容は、例えば、データ解析講習会の案内、新規登録メタデータの紹介、などである。あらかじめキューイングしておいたつぶやきを、指定時間につぶやける Twittbot というサービスも合わせて利用しており、運用コストを下げている。@iugonet からの情報発信には Twittbot を利用しているが、他方で、@iugonet に対するレスポンスには、@iugonet アカウント管理者が個別に対応することで、双方向性を保っている。

3.4.2.2 Facebook の利用

IUGONET 公式 Facebook アカウントを開設した。Twitter アカウント@iugonet におけるつぶやきを Facebook のニュースフィードに自動投稿する連携を行っている。すなわち、現在のところ、IUGONET の Facebook アカウントに英文コンテンツは無い。

3.4.2.3 YouTube の利用

データ解析ソフトウェアには、解析手順が記載された CRIB SHEET と呼ばれるチュートリアルが添付されているが、この解析手順を YouTube 動画にしてアップロードしている。テキスト形式のチュートリアルのみならず、実際の解析手順の動画を閲覧しながらチュートリアルを進めることで、理解が促進される。また、データ解析ソフトウェアの未利用者は、簡単にソフトウェア利用の擬似体験を経験出来る。作成された動画集をループ再生することにより、学会におけるブース展示にも利用している。データ解析講習会に参加出来ないユーザーも、自学自習できる環境を提供する点において YouTube 動画は役立つ。

YouTube では、動画に対して多言語のキャプションを付加することが出来るため、IUGONET では日本語ならびに英語キャプションを付加している。このキャプションは、ユーザーの閲覧環境に応じて、適切な言語が選択される。英語キャプションも付加できる YouTube の利用は、今後の IUGONET プロダクトの海外展開において、重要となる。

3.4.2.4 UStream の利用

平成 23 年度に IUGONET プロジェクトが開催に携わった 2 回の研究集会、1 回のデータ解析講習会において UStream 配信を試験的に行った。いずれも視聴者は 10 名程度であった。上述の YouTube の利用と意図は似ており、研究集会やデータ解析講習会の会場に当日来られない人向けのコンテンツ、または、積極参加するのではなくオブザーバーとして参加されたい人向けのコンテンツである。UStream の運用経験が浅い為、今までは試験的に運用してきたが、今後はこの利用を拡大していく予定である。

3.4.3 今後の展望

若手研究者に対する広報戦略は、SNS の利用で順調に進んでいると考える。相対的に SNS を使わないユーザー層に対するアピールが少なかったので、今後は、

- ニュースレターの発行
- メーリングリストの運営

等の従来型広報手段の強化を検討する。

Twitter を用いた広報は日本において有効であったが、今後、IUGONET プロダクトの海外展開を視野に入れると、海外において優位な Facebook の利用を検討する必要がある。

3.5 サイエンス研究への応用

3.5.1 経緯と目的

既に述べたように、地球大気中に発生する気象現象や地磁気擾乱、オーロラ発光やそれに関連した大気・プラズマの電磁気現象は、異なる大気層間にまたがった多様な物理過程を介して結合しているため、太陽活動や地球温暖化による超高層大気の長期変動の実態とその物理機構を解き明かすには、全球規模でかつ長期の様々な地上観測データ(電子・イオンドリフト速度、中性風速、オーロラ・大気光、地磁気、大気組成、太陽風、太陽紫外線など)を組み合わせた総合解析が必要である。

IUGONET プロジェクトでは、このような分野横断的な観測データの検索・取得と解析を容易に行うことができるインフラの構築を行っている。このインフラは、超高層大気科学をはじめとした科学研究を推進している研究者や大学院生・学部生によって利用され、この分野の学術研究の将来の発展に寄与することで、はじめて意味をなすものである。したがって、我々が開発したメタデータ・データベース検索システムと統合解析ソフトウェアを十分に利用してもらえる研究者を獲得する必要がある。そのためには、これらのインフラが科学研究にどういう形で生かされ、それを行うためのデータ解析にどこまで有効であるかを学術論文や学会発表を通じて多くの研究者に知ってもらうことが重要である。

IUGONET プロジェクトで開発された成果物が様々な分野における科学研究に利用されることで、ユーザーの獲得、データ利用・解析の促進、及び分野横断研究の推進に加えて、成果物の性能評価や新たな開発項目(バグ修正、機能追加、インターフェースの改善など)の発見につながる。このような観点からも各大学や共同利用研究所で行われている共同研究や学生教育に IUGONET の開発者が参加することの意義は大きい。以下では、現在参加している各科学研究のテーマと概要について簡単に述べる。

3.5.2 研究テーマと概要

ここでは、IUGONET 参加機関で行われる共同研究の概要とそこで生み出された IUGONET プロジェクトで開発された成果物へのフィードバックについて説明する。

3.5.2.1 太陽画像データ解析に基づく、超高層大気への太陽紫外線の影響

[構成メンバー]

浅井歩・磯部洋明(京大宇宙ユニット)・塩田大幸(理研)・羽田裕子(京大天文台)・草野完也・徳丸宗利・藤木謙一(名大 STE 研)・横山正樹(和歌山大)・上野悟(京大天文台)・新堀淳樹・林寛生(京大生存研)

[目的と概要]

太陽活動周期に伴う太陽放射量の変動は紫外域の中でも波長によって異なり、また超高層大気の応答も波長ごとに大きく変化している。近年では、さまざまな人工衛星により、広い波長帯にわたる太陽の紫外線分光データが得られるようになり、太陽活動周期にわたる長期の紫外線放射量変動の波長ごとの推定も行われている。しかしながら紫外線域では、太陽全面を空間分解した長期観測データに乏しく、それらの変動がどの太陽面構造に起因しているのかはわかっていない。加えて超高層大気に最も影響が大きいとされる紫外線領域は、下部彩層からの寄与が大きいと考えられることから、数十年にわたる H α 線画像や Ca 線画像から紫外線放射量の変動成分の要因を推定することもある程度可能となってきた。このような背景から、太陽極端紫外線画像データなどに基づいて地球の超高層大気に影響を及ぼしやすい太陽紫外線放射量の要因の把握と、過去の太陽彩層画像データから長期にわたる紫外線放射量の推定を行い、地球の超高層大気への影響を考察した。

ここでは、京都大学附属天文台や人工衛星(SOHO)による太陽全面撮像データ、NOAA/NGDC から提供された太陽活動度データ(太陽黒点数、F10.7 電波フラックス)、IUGONET 参加機関(京大地磁気センター、名大 STE 研)のもつ地磁気観測データを用いた。それ以外に京都大学理学研究科 SPEL が管理している電離圏 TEC 値のデータを使用した。このデータの読み込みプログラム(ロード関数)が公開している UDAS パッケージに実装されていなかったため、本研究を通じてそれを追加した。今後は、太陽風の長期変動との絡みで、名大 STE 研が長期に取得している IPS 観測装置による太陽風観測データを使用することを予定している。

なお、この共同研究は、平成 22 年度に「太陽物理学との連携による超高層大気変動現象の研究」というタイトルで京大生存研萌芽研究に採択された研究(代表者：上野悟)を発展させる目的で、名古屋大学太陽地球環境研究所が推進している地上ネットワーク観測大型共同研究に応募し、平成 23 年に採択された。この研究は、1 年計画であったが、次年度も継続した方がよいという共同研究者からの意見があり、同研究タイトルで平成 24

年度も地上ネットワーク観測大型共同研究に応募した。

[IUGONET 成果物へのフィードバック]

この共同研究を通じて京大飛騨天文台の太陽画像データのデータベース化と IUGONET メタデータ検索システムへのメタデータの登録作業が促進された。しかし、これらの観測データは、我々が普段扱っている座標系(地理・地磁気座標)とは定義の異なる太陽座標系を基に作成されているため、この座標系に対応したメタデータ検索システムの改良が進められている。一方、これまでの解析ソフトウェア(UDAS)では、2次元データのロード・プロットツールが実装されておらず、この太陽画像データを取り扱うことができなかった。そのため、IUGONET の解析ソフトグループメンバーで、2次元データプロットツールの整備・実装に向けた検討が進められた。また、太陽データをはじめとする天文関係のデータの多くは、fits 形式のデータとなっているため、そのデータを読み込む fits ライブラリが必要となる。このライブラリを UDAS に実装してライセンス面で問題ないかの議論および検討がなされている。

3.5.2.2 地磁気静穏日変化の振幅変動をプロキシとした超高層大気の長期変動

[構成メンバー]

能勢正仁(京大地磁気センター)・大塚雄一(名大 STE 研)・小山幸伸(京大地磁気センター)・堀智昭(名大 STE 研)・新堀淳樹・林寛生(京大生存研)

[目的と概要]

人類の活動によって大気中に放出された地球温暖化ガスは、下層大気の温室効果として働くが、中間圏・熱圏などの中層大気・超高層大気では冷却源として作用する。そのため、中層大気・超高層大気における大気密度や温度などの長期トレンドは、地球温暖化によって減少傾向を示すことが予想される。近年の研究から太陽活動成分を取り除いた地磁気日変化(Sq)の振幅は右上がりのトレンドを示し、その傾きは、背景磁場の永年変化成分と二酸化炭素の増加による超高層大気の寒冷化がもたらす電離圏電子密度の増加成分を考慮することで説明できることが示唆されている。しかしながら、これまでの研究は、解析に使用した地磁気観測点が3点のみであること、解析期間が1960-2001年の間に限定していることから、このようなSq場の振幅の増加トレンドが全球、かつ長期に見られるかについては

不明である。また、 S_q 場の変動を駆動している熱圏下部・中間圏の中性大気風のデータを突き合わせた解析を行っていないため、その変動の寄与がどの程度効いているか不明であった。

ここでは、IUGONET 参加機関がもつ長期的な全球的な地磁気データと地磁気指数(K_p)、および熱圏下部・中間圏の中性大気風データを用いて、全球的な S_q 場の振幅の長期変動とその物理機構を明らかにすることを目的としている。平成 23 年度は、京大地磁気センターが保有している地磁気指数と地磁気データを解析に用いた。地磁気データに関しては、さらに名大 STE 研と国立極地研究所が保有しているものも利用した。それ以外のデータとして、NOAA/NGDC から提供された太陽活動度データ(太陽黒点数、F10.7 電波フラックス)や NASA/CDAWeb から取得された ACE 衛星の太陽風・惑星空間磁場データを使用した。来年度以降は、熱圏下部・中間圏の中性大気風と地磁気データとの比較解析を行う予定であり、京大生存研が保有するインドネシアの MF/流星レーダーのデータを使用する計画である。

この共同研究は、名古屋大学 STE 研が推進している地上ネットワーク観測大型共同研究に応募し、平成 23 年に採択されたものであり、平成 23-25 年までの 3 ヶ年計画となっている。

[IUGONET 成果物へのフィードバック]

この共同研究を通じて IUGONET の統合解析ソフトウェア(UDAS)のベースとなっている TDAS(THEMIS Data Analysis Software suite)のいくつかのプログラムにバグがあることが発見された。もともと TDAS は、長期データのプロットや解析を行うことを想定して作られていなかったために、100 年以上を超えるようなデータプロットや時間表示がうまくされないという不具合があった。このことに関して TDAS 開発グループに報告したところ、TDAS7.00 のリリースでこれらの問題が解決された。

3.5.2.3 磁気嵐におけるグローバルな地磁気変動と電離圏擾乱ダイナモとの関係

[構成メンバー]

林寛生(京大生存研)・堤雅基・富川喜弘・田中良昌(極地研)・新堀淳樹(京大生存研)・小山幸伸(京大地磁気センター)

[目的と概要]

磁気嵐の回復相においてしばしば磁気赤道域で西向きジェット電流による磁場変動が観測されるが、この生成起源が領域 2 型の電流系によるものと極域のオーロラ活動に関連した熱圏下部の中性風擾乱が駆動する電離圏擾乱ダイナモ電流系の 2 通りが考えられている。しかしながら、両極から赤道域にわたるグローバルな地磁気と熱圏下部の中性風変動の解析が不足しているために、西向きジェット電流の起源の特定やそれらの時空間発展が不明のまま残されている。ここでは、磁気嵐時に形成される電離圏電場と 3 次元電流系が作るグローバルな地磁気変動の時間・空間発展を捉えるために、高時間分解能を持つグローバルな地上磁場、熱圏下部・中間圏の風速データの解析を行った。特に、磁気嵐時に生み出された電磁エネルギーが極域の熱圏大気へ流入して発生する電離圏擾乱がどのような時間スケールで発達し、赤道域へ伝搬していくかについて明らかにする。

ここでは、京大地磁気センターが保有している地磁気指数(AE、SYM-H、Kp)と地磁気データ、国立極地研究所と名大 STE 研が保有している地磁気データを用いた。熱圏下部・中間圏の風速については、国立極地研究所および京大生存研が管理している MF レーダー(アンデネス、ロゼラート基地、昭和基地)や流星レーダー(コトタバン)のデータを用いた。それ以外のデータとして、NASA/CDAWeb から取得された ACE 衛星の太陽風・惑星空間磁場データを使用した。今後は、中緯度領域の熱圏下部・中間圏の中性風データを使用する予定であり、これは、情報通信機構(NICT)が保有する山川と稚内の MF レーダーデータである。

この共同研究は、国立極地研究所が推進している共同研究に応募し、平成 23 年に採択されたものであり、平成 23-25 年までの 3 ケ年計画となっている。

[IUGONET 成果物へのフィードバック]

本研究では、地磁気・風速データから平均場と地磁気静穏日における日変化成分を差し引いた擾乱成分の解析が必要であったため、UDAS/TDAS に実装されていない日変化成分を取り除くアノマリー解析ツールを作成した。今後、この解析ツールを UDAS へ実装することを検討している。また、平均場を差し引くツール(`tsub_average.pro`)は TDAS に実装されていたが、`tplot` 変数の番号入力に対応していないというバグがあることがわかった。これに関しては、TDAS 開発グループに修正依頼を出し、TDAS7.00 のリリースで、この問題点が解決された。そして、グローバルな地磁気変動をもたらす電離圏電流の描像を得

るために、磁気緯度と経度を関数とした 2 次元ベクトルプロットが必要であるが、これはまだ UDAS に実装されていない。2 次元プロットツールの開発について、IUGONET の解析ソフトグループにおける次年度の重要な開発項目の一つとして挙げられている。

3.5.2.4 赤道ジェット電流の強度変動と熱圏・中間圏における大気擾乱との関係

[構成メンバー]

阿部修司・池田大輔・湯元清文(九大)・新堀淳樹・林寛生・津田敏隆(京大生存研)

[目的と概要]

これまで、1 次の東西方向の電場が作るイオンと電子の分極が主流の赤道ジェット電流の形成メカニズムとして考えられてきたが、電離圏 E 領域における中性風の存在や下層大気で発生した重力波によるダイナモ作用によって、垂直方向の分極電場が発生することが近年の赤道域の大気レーダー観測から明らかになりつつある。しかしながら、赤道域における地磁気や大気レーダーの長期にわたる観測が不足しているため、赤道ジェット電流強度変動と中間圏・熱圏下部の風速変動との関係がまだよくわかっていない状況にある。80km-130km の領域を流れる赤道ジェット電流の強度を決めている Cowling 伝導度の変化と中間圏・熱圏下部の風速変動との関係を明らかにするために、磁気(伏角)赤道上に分布している九州大学の MAGDAS/CPMN 観測網から得られる地上磁場と京大生存研のインドネシアの大気レーダー(EAR、MF・流星レーダー)観測データの綿密な比較解析を行う。特に、東西成分の風速が作る鉛直方向のダイナモ電場がどのように Cowling 伝導度を変えるかを考察する。

ここでは、IUGONET 参加機関である京大地磁気センターが保有している地磁気指数と地磁気データ、九大 SERC が保有している MGDAS 地磁気データ、及び京大生存研が保有するインドネシアの MF レーダー(パンプク)のデータを使用した。それ以外のデータとして、NOAA/NGDC から提供された太陽活動度データ(太陽黒点数、F10.7 電波フラックス)や NASA/CDAWeb から取得された ACE 衛星の太陽風・惑星空間磁場データを使用した。

この共同研究は、九大 SREC が推進している共同研究に応募し、平成 23 年に採択されたものであり、平成 23-25 年までの 3 ヶ年計画となっている。

[IUGONET 成果物へのフィードバック]

IUGONET から配布される解析ソフトウェア(UDAS)に対応させるために、インドネシアの MF・流星観測データベースの再整備と拡充が京大生存研で促進された。また、九大側がインドネシアのビアク島に磁力計を設置したため、このデータとの比較解析を行うために、ビアクの流星レーダーデータベースの構築が京大生存研で進められている。今後、ビアクの流星レーダーデータの解析ツールを UDAS に追加、そのメタデータをメタデータ・データベースへの登録が順次なされていく予定である。

3.5.2.5 多様な太陽地球環境データの相関解析及びその統計検定パッケージの開発

[構成メンバー]

濱口良太(京大情報学)・津田敏隆・新堀淳樹・林寛生(京大生存研)

[目的と概要]

これまでの分野をまたがる多様な太陽地球環境データの相関解析で得られた結果について、客観的な統計的検証を十分に行っている研究例は少なく、その結果の信頼性は、研究者の主観的な判断に基づくものが多い。そのため、相関解析の結果を客観的に検証する包括的なツール群の整備がなされておらず、IUGONET から配布される解析ソフトウェア(UDAS/TDAS)には、簡単な相関解析ツール(平均、分散などを求めるもの)が備わっているが、2 データ間の高度な相関解析(コヒーレンスなど)とそれを統計的に検証するツールが実装されていない。ここでは、異なる観測データの相関解析結果に対して統計的に有意であるかの客観的な判定を行うための統計検定パッケージを開発することを目的としており、将来的には、IUGONET の解析ソフトウェアに本研究で開発した統計検定パッケージを実装することを計画している。実装予定の統計検定パッケージの内容は(1) 2 データ間の相互相関係数の計算とその値に対する無相関検定、(2) パワースペクトルとコヒーレンス計算及び有意コヒーレンス検定、(3) コヒーレンス計算より求まる卓越周波数情報を差し引いて再解析するアノマリー解析、(4) 2 データの分布が等しいかを検定する差の検定、(5) 上昇傾向や下降傾向の有無を判定するトレンド検定からなっている。

[IUGONET 成果物へのフィードバック]

現在、IUGONET から配布されている解析ソフトウェア(UDAS)は、主として地球の超

高層大気関係の様々な観測データのロードと時系列プロットするプロシージャ群から構成されているため、各データの相関解析とその検定まで行うことはできない。したがって、この研究で開発された統計検定パッケージが UDAS に実装されると、UDAS ユーザーは、そのような一歩踏み込んだデータ解析まで容易にできる。しかも GUI での動作が可能となれば、今後、IUGONET から配布される IDL-VM を用いることで、IDL 環境の無いユーザーにも使用可能となる。また、この開発研究は、京大生存研の修士学生の研究テーマのひとつであり、IUGONET の解析ソフトウェアの機能の拡張として学生教育に活かされている。

3.5.2.6 低軌道衛星観測による地磁気嵐急始 (SC) の中低緯度における電場応答の研究

[構成メンバー]

高橋直子・笠羽康正(東北大)・西村幸敏(UCLA)・菊池崇(名大 STE 研)・藤原均(成蹊大)・新堀淳樹(京大生存研)

[目的と概要]

太陽風動圧の急増に伴って磁気圏が圧縮されることによって引き起こされる磁気急始 (SC) 現象は、磁気圏から電離圏までの広範な領域に 2 種類の電場を持ち込むことがこれまでの研究から明らかとなっている。しかしながら、グローバルな地磁気と電離圏観測データと衛星直接観測データとの比較が十分になされていないために、その電場の生成と伝搬過程が明らかとなっていない。ここでは、電離圏高度の電場を直接観測している ROCSAT 衛星と IUGONET から提供される地磁気指数、地磁気観測データを比較解析することで、SC に伴う電場の侵入・伝搬過程を明らかにした。

ここでは、NASA/CDAWeb から取得できる ROCSAT 衛星の電離圏プラズマドリフトのデータを中心に、IUGONET 参加機関である京大地磁気センターが管理している地磁気指数(AE や SYMH)と地磁気データを利用した。地磁気データに関しては、極地研や名大 STE 研が管理しているものも採用した。それ以外に、NASA/CDAWeb から取得された ACE 衛星の太陽風・惑星空間磁場データを使用した。今後は、SuperDARN で観測された電離圏電場データとの比較解析を予定している。

この研究は、東北大学における学部 4 年生の卒業研究テーマであり、地磁気などのデータ解析の中に UDAS が利用された。

[IUGONET 成果物へのフィードバック]

この研究は、東北大学部 4 年生の卒業研究テーマであることから、IUGONET で開発されたデータ検索、及び解析ソフトウェアの利用が学生の卒業研究に活かされたことになる。また、この学生は引き続き修士課程においても同じ研究テーマを進めていく予定であり、今後の学生教育への参加の見本になる。また、取り扱う現象の性格上、高時間分解能(少なくとも 1 秒)の地磁気データを必要とするため、学生本人から京大地磁気センターより公開されている 1 秒値のデータを UDAS でも利用できないかという打診があった。既に、これらのデータのメタデータは登録されており、検索可能となっている。今後、UDAS 対応の地磁気 1 秒値のデータの整備が進むものと思われる。

3.5.3 まとめと今後の展望

IUGONET プロジェクトで開発された超高層大気観測データ解析のためのインフラが太陽地球惑星科学分野の研究にどういう形で利用できるのかという事例を学术论文や学会発表を通じて多くの研究者や大学院生に知らしめることは、このインフラのユーザーの獲得や IUGONET から提供されるデータの利用と解析の促進、及び分野横断研究の推進に必要な不可欠である。このような背景にあって、IUGONET のプロダクトの開発進捗に合わせて、科学研究への応用にむけた活動が平成 23 年度から徐々に開始された。その結果、その開発プロダクトの性能評価や新たな開発項目(バグ修正、機能追加、インターフェースの改善など)の発見につながった。本活動は、年次計画にあるように平成 24 年度から本格的に取り組むことになっている。

現段階では、3.5.2 節で述べたように IUGONET 参加機関の 4 つの共同研究と 2 つの大学院生・学部生の教育研究に IUGONET の成果物が利用されている。これらのサイエンス研究を通じて、太陽観測データに対応するようにメタデータ検索システムの改善、解析ソフトウェア(UDAS)に含まれていない解析機能の追加への試みや長期データ解析に対応した TDAS の時刻ルーチンの改訂がなされた。また、これらの共同研究の半数が気象分野と超高層大気分野の観測データを取り扱う電離大気と中性大気の相互作用に関するものであるが、両極から赤道域にわたる広範な領域をカバーする長期の両観測データの検索・統合解析は、IUGONET のプロダクトを利用することによって効率的かつ容易になる。よって、このような分野横断型のデータ解析研究を行う上で、IUGONET は重要な寄与を果たすと考えられる。

今後、IUGONET のプロダクトの開発状況に応じて、まだ整備されていない地上観測データのデータベース化が各参加機関内で進むことが予想され、これまで以上の多様な地上観測データの相関解析ができるようになる。このようなことから、メタデータベース検索や UDAS のユーザーを増やすために、多くの学会や研究集会、大学院生や学部生が集まる「夏の学校」などを通じて我々で参加している共同研究や学生教育の内容を紹介していくことを計画している。

第4章 まとめと今後の課題

IUGONET プロジェクトの前半年度(平成 21~23 年度)は、当初の計画通りに事業を進めることができたと言える。「超高層大気科学バーチャル情報拠点」の基盤システムを確立して、参加機関の連携強化、オンライン上での頻繁な情報交換を実現した。これを最大限活用し、多様な超高層大気地上観測データの効率的な流通・利用を促進する研究インフラとして、メタデータ・データベースの構築およびデータ解析ソフトウェアを開発し、その初期バージョンを公開するに至った。

プロジェクトの後半においては、各機関でメタデータの抽出を継続し、特に扱いの難しい古い観測データに取り組む。また、IUGONET 参加機関以外の大学や研究所からのメタデータを取り込むための仕組みを整備する。メタデータ・データベースは継続的な更新や機能強化をはかるとともに、システムの安定な運用を目指した冗長化を行う。データ解析ソフトウェアは、UDAS で扱うことができる観測データの種類を増やすほか、新たな描画・解析機能を追加するなど、継続的な更新を進めていく。

一方、IUGONET が開発・整備するこれら「超高層大気科学バーチャル情報拠点」のプロダクトを、研究コミュニティにとって欠くことのできない主要インフラとして定着させるための取り組みがプロジェクト後半の重要な課題となる。すでに前半年度の途中から始めていることだが、様々な共同研究や教育活動に参加してこれら開発プロダクトを用い、その自己評価を問題点の解決や新たな開発へつなげる一方、学会等での発表を通してサイエンスにおける実践的な使い方を研究コミュニティに対して紹介することで、利用者の拡大を目指す。また、主に若手研究者を対象にした開発プロダクトの講習会を定期的開催したり、オンラインで利用方法を学習できる動画コンテンツを作成して配信するなど、インターネットを活用した多様なアウトリーチ活動にも力を入れて取り組む予定である。このような活動は、超高層大気科学における学際研究の進展だけでなく、次世代の研究者育成にも貢献できるであろう。

IUGONET プロジェクトは、超高層大気科学の中でも、このようなデータの流通や利用に関するインフラ整備が比較的遅れていた地上観測を対象としているが、将来的には衛星観測や数値シミュレーションデータに関する同様の取り組みとの協同、さらには地球惑星科学における他分野との連携・統合も視野に入れた「超高層大気科学バーチャル情報拠点」の発展を目指す。

Appendix

A. IUGONET 各研究機関の登録済みメタデータのリスト（平成 24 年 3 月時点）

東北大学 大学院理学研究科 惑星プラズマ・大気研究センター

- 地磁気： 女川地磁気サーチコイル
- HF 帯レーダー： 木星電波固定周波数観測データ，太陽・木星電波広帯域スペクトルデータ
- VHF 帯レーダー： 木星メートル電波固定周波数データ，太陽メートル電波スペクトルデータ
- LF 帯レーダー： 標準電波位相・振幅変動データ

情報・システム研究機構 国立極地研究所 研究教育系 宙空圏研究グループ

- 昭和基地： オーロラ光学観測，地磁気観測，超高層モニタリング観測，イメージングリオメータ，SuperDARN レーダー，MF レーダー，無人磁力計ネットワーク観測，ナトリウムライダー
- アイスランド共役点観測，EISCAT レーダー，スバルバルオーロラ光学観測，トロムソオーロラ光学観測

名古屋大学 太陽地球環境研究所

- レーザー分光による大気分子観測データ，赤外分光による大気分子観測データ，レーザーイオン化質量分析器による大気エアロゾル観測データ
- 地上磁場データ，大気光・オーロラの全天カメラ，EISCAT レーダー観測データ，ノルウェー光学観測データ，ノルウェーMF レーダー観測データ，ノルウェー流星レーダー観測データ
- IPS 速度分布図 IPS 速度 g 値リスト
- SuperDARN 北海道・陸別短波レーダーデータ

京都大学 大学院理学研究科附属天文台

- SMART 太陽望遠鏡： $H\alpha$ 太陽全面多波長データ
- DST 太陽望遠鏡： $H\alpha$ 部分拡大多波長画像，分光観測クイックルック画像

京都大学 大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター

- 地磁気指数データ(final,provisional,quick look) B AE, SYM/ASY, Dst
- 地磁気デジタルデータ(WDC final,WDC prompt)，地磁気アナログデータ
- 地磁気デジタルデータ(研究観測)，微気圧変動データ(研究観測)

- 主磁場モデル(IGRF), 電離層モデルによる計算値

京都大学 生存圏研究所

- 信楽 MU 観測所: MU レーダー(対流圏・成層圏標準観測・電離圏標準観測), 境界層レーダー, Lバンド下部境界層レーダー, ウインドプロファイラ(LQ-7)
- 赤道大気観測所: EAR(対流圏・成層圏標準観測・電離層 FAI 観測), 境界層レーダー
- その他: ポンティアナ MF レーダー, パムンブク MF レーダー, ジャカルタ流星レーダー, コッタバン流星レーダー, スルポン境界層レーダー, スルポン流星レーダー, ビアク流星レーダー

九州大学 宙空環境研究センター

- 地上磁力計観測データ(MAGDAS, CPMN)
- FM-CW レーダー観測データ

B. 会議・研究集会の開催

【会議】

全体会議

● 第1回全体会議(Kick-Off Meeting)

日時：平成21年6月25日 9:00～12:00

場所：情報・システム研究機構 国立極地研究所 中会議室 C201

出席者：小野高幸、寺田直樹、佐藤夏雄、中村卓司、宮岡宏、岡田雅樹、富川喜弘、荻野竜樹、三好由純、堀智昭、西谷望、津田敏隆、林寛生、湯元清文、小山幸伸、阿部修司、(以下はTV会議による出席) 岡野章一、鍵谷将人、大塚雄一、吉田大紀、上野悟、金田直樹

議題：

- ・資料確認
- ・プロジェクト体制の確認
 - － 管理者・開発メンバーの確認
 - － メーリングリストの確認
- ・平成22年度概算要求書類について
- ・開発メンバーの連絡体制について
 - － 開発メンバー用 web サイト
 - － 定期ミーティングツール
- ・メタ情報DB(バーチャル情報拠点)の開発について
 - － メタ情報DBと各研究機関DBの位置づけ
 - － 開発ツール(リポジトリソフトウェア)の紹介
 - － メタ情報フォーマット案
- ・ERG プロジェクト-サイエンスセンターについて
- ・各研究機関の提出予定データの確認
- ・次回会議の確認
 - － 開発者ミーティング
 - － 全体会議
- ・その他

● 第2回全体会議(平成21年度中間報告会)

日時：平成21年11月11日 13:30～16:25

場所：情報・システム研究機構 国立極地研究所 3F セミナー室 C301

出席者：小野高幸、鍵谷将人、佐藤夏雄、中村卓司、宮岡宏、岡田雅樹、田中良昌、荻野竜樹、三好由純、堀智昭、河野貴久、柴田一成、上野悟、金田直樹、能勢正仁、小山幸伸、吉田大紀、林寛生、阿部修司、(以下はTV会議による出席) 寺田直樹

議題：

- 資料確認
- これまでの成果報告 [林寛生]
- 進捗状況の報告
 - リポジトリソフトウェア調査 [小山幸伸]
 - メタデータフォーマット調査・策定 [堀智昭]
 - 解析ソフトウェア踏査 [田中良昌]
- ディスカッション 1
- IUGONET と他プロジェクトとの比較 [林寛生]
- 今後の開発スケジュール [林寛生]
- ディスカッション 2
- その他

● 第 3 回全体会議(平成 21 年度年度末報告会)

※ 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報のデータベース：現状とその利用』および『大学間連携事業(「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」)の進展』の 1 セッションとして開催

日時：平成 22 年 2 月 2 日 13:00～15:05

場所：名古屋大学 野依記念学術交流館

出席者：鍵谷将人、佐藤夏雄、中村卓司、田中良昌、荻野竜樹、三好由純、堀智昭、河野貴久、柴田一成、上野悟、家森俊彦、能勢正仁、小山幸伸、吉田大紀、津田敏隆、林寛生、阿部修司、(以下は TV 会議による出席) 小野高幸、寺田直樹、坂野井健、岡田雅樹、金田直樹、湯元清文

議題：

- 平成 21 年度成果報告 [林寛生]
- 作業グループ別進捗報告(1)：メタデータフォーマット調査・策定 [堀智昭]
- 作業グループ別進捗報告(2)：リポジトリソフトウェア調査 [小山幸伸]
- 作業グループ別進捗報告(3)：解析ソフトウェア調査 [田中良昌]
- ERG サイエンスセンター計画と IUGONET との連携 [三好由純]
- 今後の開発スケジュール [林寛生]
- ディスカッション

● 第 4 回全体会議(平成 22 年度中間報告会)

※ 第 154 回生存圏シンポジウム『メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展』の 1 セッションとして開催

日時：平成 22 年 8 月 16 日 13:10～14:20

場所：情報・システム研究機構 国立極地研究所 2F 大会議室

出席者：小野高幸、熊本篤志、寺田直樹、鍵谷将人、佐藤夏雄、中村卓司、宮岡宏、岡田雅樹、富川喜弘、田中良昌、田所裕康、藤井良一、荻野竜樹、三好由純、堀智昭、河野貴久、家森俊彦、小山幸伸、吉田大紀、津田敏隆、林寛生、新堀淳樹、湯元清文、池田大輔、阿部修司

議題：

- ・IUGONET プロジェクトの進捗 - 平成 22 年度中間報告 - [林寛生]
- ・IUGONET メタデータ作成、アーカイブの状況について [堀智昭]
- ・IUGONET メタデータ・データベースの構築 [小山幸伸]
- ・IUGONET 解析ソフトウェアの開発 [田中良昌]

● 第 5 回全体会議(平成 21 年度年度末報告会)

※ 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報データベースの現状とその活用』の 1 セッションとして開催

日時：平成 23 年 2 月 23 日 13:10～15:20

場所：名古屋大学 野依記念学術交流館

出席者：三澤浩昭、寺田直樹、鍵谷将人、佐藤夏雄、田中良昌、田所裕康、藤井良一、荻野竜樹、三好由純、堀智昭、河野貴久、柴田一成、上野悟、金田直樹、家森俊彦、能勢正仁、小山幸伸、吉田大紀、津田敏隆、林寛生、新堀淳樹、阿部修司、(以下は TV 会議による出席) 湯元清文

議題：

- ・IUGONET プロジェクトの進捗 - 平成 22 年度年度末報告 - [林寛生]
- ・IUGONET メタデータの作成とアーカイブの現状 [堀智昭]
- ・IUGONET メタデータ・データベースの構築 [小山幸伸]
- ・IUGONET 解析ソフトウェアの公開に向けて [田中良昌]

● 第 6 回全体会議(平成 22 年度中間報告会)

※ 第 179 回生存圏シンポジウム『メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展』の 1 セッションとして開催

日時：平成 23 年 8 月 3 日 13:10～14:20

場所：京都大学 理学研究科セミナーハウス

出席者：寺田直樹、米田瑞生、佐藤夏雄、中村卓司、田中良昌、元場哲郎、藤井良一、荻野竜樹、三好由純、堀智昭、梅村宜生、柴田一成、金田直樹、家森俊彦、小山幸伸、津田敏隆、林寛生、新堀淳樹、橋口典子、阿部修司

議題：

- ・IUGONET プロジェクトの進捗 - 平成 23 年度中間報告 - [林寛生]
- ・IUGONET メタデータ作成、アーカイブの状況について [堀智昭]
- ・IUGONET メタデータ・データベースの公開 [小山幸伸]
- ・IUGONET 解析ソフトウェア UDAS の公開 [田中良昌]

● 第 7 回全体会議(平成 23 年度年度末報告会)

※ 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報データベースの現状とその活用』の 1 セッションとして開催

日時：平成 23 年 2 月 22 日 13:10～15:20

場所：名古屋大学野依記念学術交流館

出席者：寺田直樹、小原隆博、熊本篤志、米田瑞生、佐藤夏雄、田中良昌、元場哲郎、藤井良一、荻野竜樹、堀智昭、梅村宜生、柴田一成、上野悟、金田直樹、家森俊彦、能勢正仁、小山幸伸、津田敏隆、林寛生、新堀淳樹、阿部修司

議題：

- ・IUGONET プロジェクトの進捗 - 平成 23 年度年度末報告 - [林寛生]
- ・IUGONET メタデータの作成、アーカイブの状況について [堀智昭]
- ・IUGONET メタデータ・データベース構築の現状 [阿部修司]
- ・IUGONET 解析ソフトウェア(UDAS)の成果と今後の展望 [田中良昌]

運営協議会

● 第 1 回運営協議会

日時：平成 21 年 10 月 1 日 15:00～18:00

場所：情報・システム研究機構 国立極地研究所 2F 小会議室

出席者：小野高幸、寺田直樹、佐藤夏雄、藤井良一、津田敏隆、湯元清文、林寛生

● 第 2 回運営協議会

日時：平成 21 年 11 月 11 日

場所：情報・システム研究機構 国立極地研究所 2F 小会議室

出席者：小野高幸、佐藤夏雄、中村卓司、荻野竜樹、柴田一成、林寛生

● 第 3 回運営協議会

日時：平成 22 年 2 月 2 日 17:00～18:00

場所：名古屋大学 野依記念学術交流館

出席者：佐藤夏雄、中村卓司、荻野竜樹、柴田一成、家森俊彦、津田敏隆、湯元清文(テレビ会議)、林寛生

● 第 4 回運営協議会

日時：平成 22 年 7 月 30 日 15:00～18:00

場所：京大大学生存圏研究所 本館南(S)棟 HS309

出席者：中村卓司、藤井良一、荻野竜樹、家森俊彦、津田敏隆、湯元清文、林寛生

● 第 5 回運営協議会

日時：平成 23 年 2 月 23 日 17:15～18:30

場所：名古屋大学 野依記念学術交流館

出席者：寺田直樹、佐藤夏雄、藤井良一、荻野竜樹、柴田一成、家森俊彦、津田敏隆、湯元清文(テレビ会議)、林寛生

● 第 6 回運営協議会

日時：平成 23 年 8 月 3 日 17:15～18:00

場所：京都大学 理学研究科セミナーハウス

出席者：寺田直樹、佐藤夏雄、中村卓司、藤井良一、荻野竜樹、柴田一成、家森俊彦、津田敏隆、阿部修司(湯元代理)、林寛生

● 第7回運営協議会

日時：平成24年1月20日 17:00～19:00

場所：京大大学生存圏研究所 所長室

出席者：寺田直樹、佐藤夏雄、中村卓司、藤井良一、荻野竜樹、家森俊彦、津田敏隆、阿部修司(湯元代理)、林寛生

● 第8回運営協議会

日時：平成24年2月22日 17:40～18:20

場所：京大大学生存圏研究所 所長室

出席者：寺田直樹、佐藤夏雄、中村卓司、藤井良一、荻野竜樹、家森俊彦、津田敏隆、阿部修司(湯元代理)、林寛生、小原隆博(オブザーバー)、門倉昭(オブザーバー)

開発者ミーティング

IUGONET の全ての開発に関する定期的な打ち合わせ。開発メンバー(1.2 節参照)が参加する。平成21～23年度中に71回開催した。全てバーチャル情報拠点を利用したオンライン会議である。日時等の詳細は省略する。

IUGONET-ERG 連携会議

データ解析ソフトウェアの開発において協力関係にある ERG サイエンスセンターとの連絡会議。平成21～22年度中に7回開催した。日時等の詳細は省略する。

STP データ問題検討会

情報通信研究機構(NICT)、宇宙航行得研究開発機構(JAXA)、国立天文台、ERG サイエンスセンターなど国内の関係機関・プロジェクトが参加する、太陽地球惑星科学における様々なデータ問題に関する取り組みについて情報交換するための会合。メタデータのフォーマット策定をはじめ、IUGONET プロジェクトの様々な活動について意見交換を行っている。バーチャル情報拠点のシステムを活用し、ほぼ毎月オンラインで会議を行っている。平成21～23年度中に、22回開催した。日時等の詳細は省略する。

【研究集会・講習会】

- 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会 『地球科学メタ情報のデータベース：現状とその利用』 および『大学間連携事業(「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」)の進展』

日時：平成22年2月2日 12:50～17:10、3日 9:00～14:00

場所：名古屋大学 野依記念学術交流館

※ プログラム等は <http://www.iugonet.org/meetings/2010-02-02.html> 参照。

● SuperDARN/EISCAT/れいめい衛星データ解析講習会

日時：平成 22 年 2 月 25 日 11:00～18:00

場所：情報・システム研究機構 国立極地研究所 3 階セミナー室

※ プログラム等は <http://www.iugonet.org/meetings/2010-02-25.html> 参照。

● MLT Radar Workshop

日時：平成 22 年 3 月 8 日 8:45～17:55、9 日 8:25～17:35

場所：Ngee Ann-Adelaide Education Centre (シンガポール)

※ プログラム等は <http://www.adelaide.edu.au/sg/radarworkshop/> 参照。

● 第 154 回生存圏シンポジウム『メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展』

日時：平成 22 年 8 月 16 日 13:00～17:10、17 日 9:30～16:10

場所：情報・システム研究機構 国立極地研究所 2 階大会議室

※ プログラム等は <http://www.iugonet.org/meetings/2010-08-16.html> 参照。

● 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報データベースの現状とその活用』

日時：平成 23 年 2 月 23 日 14:00～17:00、24 日 9:20～15:45

場所：名古屋大学 野依記念学術交流館

※ プログラム等は <http://www.iugonet.org/meetings/2011-02-23.html> 参照。

● SuperDARNによる極域超高層大気研究集会 / EISCAT 研究集会 / IUGONET データ解析講習会

日時：平成 23 年 7 月 25 日 10:00～18:10、26 日 10:00～16:30、27 日 10:00～18:00

場所：情報・システム研究機構 国立極地研究所

※ プログラム等は <http://www.iugonet.org/meetings/2011-07-25.html> 参照。

● 第 179 回生存圏シンポジウム『メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展』

日時：平成 23 年 8 月 3 日 13:00～17:00、4 日 9:30～15:40

場所：京都大学 理学研究科セミナーハウス

※ プログラム等は <http://www.iugonet.org/meetings/2011-08-03.html> 参照。

● 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報のデータベースの現状とその活用』および国立極地研究所研究集会『地上多点観測データの総合解析による超高層大気研究会』

日時：平成 24 年 2 月 22 日 13:00～17:30、23 日 9:00～16:10、24 日 9:30-17:30

場所：名古屋大学 野依記念学術交流館（22～23 日） / 名古屋大学 高等総合研究館 1
階カンファレンスホール（24 日）

※ プログラム等は <http://www.iugonet.org/meetings/2012-02-22.html> 参照。

C. 成果発表

本・論文(査読有り)

小川泰信, 野澤悟徳, Ingemar Häggström, 大山伸一郎, 元場哲郎, 津田卓雄, 齋藤昭則, 宮下幸長, 田中良昌, 堀智昭, 上野玄太, 宮岡宏, 藤井良一 (2012), “欧州非干渉散乱 (EISCAT) レーダーの大規模データ処理と可視化”, 宇宙科学情報解析論文誌, 第 1 号, 印刷中.

田中良昌, 新堀淳樹, 鍵谷将人, 堀智昭, 阿部修司, 小山幸伸, 林寛生, 吉田大紀, 河野貴久, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 田所裕康, 元場哲郎, 三好由純, 関華奈子, 宮下幸長, 瀬川朋紀, 小川泰信 (2012), “IUGONET 解析ソフトウェアの開発”, 宇宙科学情報解析論文誌, 第 1 号, 印刷中.

小山幸伸, 河野貴久, 堀智昭, 阿部修司, 吉田大紀, 林寛生, 田中良昌, 新堀淳樹, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 元場哲郎, 鍵谷将人, 田所裕康 (2012), “超高層物理学分野のメタデータ・データベースの開発”, 宇宙科学情報解析論文誌, 第 1 号, 印刷中.

堀智昭, 鍵谷将人, 田中良昌, 林寛生, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 小山幸伸, 河野貴久, 金田直樹, 新堀淳樹, 田所裕康, 米田瑞生 (2012) “IUGONET 共通メタデータフォーマットの策定とメタデータ登録管理システムの開発”, 宇宙科学情報解析論文誌, 第 1 号, 印刷中.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 新堀淳樹, 鍵谷将人, 阿部修司, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 田所裕康, 元場哲郎 (2012) “大学間連携プロジェクト「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」”, 宇宙科学情報解析論文誌, 第 1 号, 印刷中.

Reay, Sarah J., D. C. Herzog, S. Alex, E. P. Kharin, S. McLean, M. Nose, and N. A. Sergeyeva (2011), "Magnetic Observatory Data and Metadata: Types and Availability", in Geomagnetic Observations and Models, IAGA Special Sopron Book Series, vol. 5, edited by B. Hultqvist, M. Manda, and M. Korte, pp. 149-181, Springer, Netherlands.

プロシーディング(査読無し)

河野貴久, 小山幸伸, 堀智昭, 阿部修司, 吉田大紀, 林寛生, 新堀淳樹, 田中良昌, 鍵谷将人, 金田直樹, 田所裕康 (2011), “DSpace を用いた超高層物理学のためのメタデータ・データベースの構築”, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集, C8-5.

Koyama, Y., Y. Tanaka, T. Kouno, H. Hayashi, T. Hori, M. Kagitani, D. Yoshida, S. UeNo, S. Abe, A. Shinbori, and N. Kaneda (2010), “Development metadata database for upper atmosphere”, Proceedings of CAWSES-II Kickoff Symposium in Japan, 122-123.

Hori, T., Y. Koyama, Y. Tanaka, M. Kagitani, H. Hayashi, A. Shinbori, S. UeNo, D. Yoshida, S. Abe, T. Kouno, N. Kaneda, H. Tadokoro, and IUGONET project members (2010), "Scientific perspectives powered by IUGONET metadata database and integrated analysis tool", Proceedings of CAWSES-II Kickoff Symposium in Japan, 63-66.

Hayashi, H., Y. Koyama, T. Hori, Y. Tanaka, M. Kagitani, S. Abe, T. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, D. Yoshida, N. Kaneda, A. Shinbori and IUGONET project member (2010), "Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET)", Proceedings of CAWSES-II Kickoff Symposium in Japan, 60-62.

小山幸伸, 河野貴久, 林寛生, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 吉田大紀, 上野悟, 阿部修司, 三好由純, 金田直樹, 能勢正仁, 岡田雅樹 (2010), "超高層物理学分野におけるメタデータ・データベースの構築", 第2回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集, F4-3.

講演(口頭発表)

阿部修司, 梅村宜生, 小山幸伸, 堀智昭, 林寛生, 新堀淳樹, 田中良昌, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 元場哲郎, IUGONETプロジェクトチーム, "IUGONET メタデータ DB の構築と現状", 科学情報学研究会・第2回 WDS 国内シンポジウム, 2012年3月23日, 小金井.

林寛生, 田中良昌, 堀智昭, 小山幸伸, 阿部修司, 新堀淳樹, 梅村宜生, 米田瑞生, 上野悟, 金田直樹, 鍵谷将人, 河野貴久, 吉田大紀, 元場哲郎, 田所裕康, IUGONET プロジェクトチーム, "大学間連携事業 IUGONET の進捗について", 科学情報学研究会・第2回 WDS 国内シンポジウム, 2012年3月23日, 小金井.

新堀淳樹, 小山幸伸, 林寛生, 能勢正仁, 大塚雄一, 堀智昭, IUGONET プロジェクトチーム, "地磁気日変化の振幅に見られる超高層大気の長期変動について", 電離圏シンポジウム, 2012年3月14日, 福岡.

阿部修司, 新堀淳樹, 林寛生, 池田大輔, 湯元清文, 津田敏隆, IUGONET プロジェクトチーム, "赤道ジェット電流強度と熱圏・中間圏における大気擾乱長期変動の関係", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会「地球科学メタ情報データベースの現状とその活用」, 2012年2月23日, 名古屋.

新堀淳樹, 小山幸伸, 林寛生, 能勢正仁, 大塚雄一, 堀智昭, IUGONET プロジェクトチーム, "平成24年度の IUGONET サイエンスタスクチームの活動報告と地磁気日変化の振幅に見られる超高層大気の長期変動", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会「地球科学メタ情報データベースの現状とその活用」, 2012年2月23日, 名古屋.

田中良昌, 新堀淳樹, 堀智昭, 米田瑞生, 阿部修司, 小山幸伸, 上野悟, 林寛生, 金田直樹, 梅村宜生, 元場哲郎, 鍵谷将人, 吉田大紀, 河野貴久, 田所裕康, 三好由純, 宮下幸長, 小川泰信, 各機関の大学間連携プロジェクト参加メンバー, "IUGONET 解析ソフトウ

エア(UDAS)の成果と今後の展望", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会「地球科学メタ情報データベースの現状とその活用」, 2012 年 2 月 22 日, 名古屋.

堀智昭, 米田瑞生, 田中良昌, 新堀淳樹, 林寛生, 小山幸伸, 上野悟, 阿部修司, 金田直樹, 鍵谷将人, 吉田大紀, 河野貴久, 田所裕康, 元場哲郎, IUGONET 研究機関プロジェクトメンバー, "IUGONET メタデータの作成、アーカイブの状況について", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会「地球科学メタ情報データベースの現状とその活用」, 2012 年 2 月 22 日, 名古屋.

阿部修司, 梅村宜生, 小山幸伸, 堀智昭, 林寛生, 新堀淳樹, 田中良昌, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 元場哲郎, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET メタデータ・データベース構築の現状", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会「地球科学メタ情報データベースの現状とその活用」, 2012 年 2 月 22 日, 名古屋.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 阿部修司, 新堀淳樹, 梅村宜生, 米田瑞生, 上野悟, 金田直樹, 河野貴久, 鍵谷将人, 吉田大紀, 元場哲郎, 田所裕康, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET プロジェクトの進捗 - 平成 23 年度年度末報告 -", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会「地球科学メタ情報データベースの現状とその活用」, 2012 年 2 月 22 日, 名古屋.

新堀淳樹, 小山幸伸, 能勢正仁, 林寛生, 堀智昭, 大塚雄一, 浅井歩, 上野悟, 磯部洋明, 横山正樹, "太陽活動と地磁気静穏日変化との長期的な関係について", 太陽研究会「太陽の多角的観測と宇宙天気研究の新展開 2012」, 2012 年 1 月 12 日, 名古屋.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 阿部修司, 新堀淳樹, 梅村宜生, 米田瑞生, 上野悟, 金田直樹, 鍵谷将人, 河野貴久, 吉田大紀, 元場哲郎, 田所裕康, "大学間連携事業 IUGONET の進展と分野横断的研究への応用", 太陽研究会「太陽の多角的観測と宇宙天気研究の新展開 2012」, 2012 年 1 月 12 日, 名古屋.

Hayashi, H., Y. Tanaka, T. Hori, Y. Koyama, A. Shinbori, M. Kagitani, S. Abe, T. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, N. Kaneda, M. Yoneda, H. Tadokoro, T. Motoba, and IUGONET project team, "How is the IUGONET project using TDAS?", GEM Mini-Workshop, Dec. 4, 2011, San Francisco, California.

新堀淳樹, 田中良昌, 辻裕司, 菊池崇, 小山幸伸, 林寛生, 富川喜弘, 長妻努, 堤雅基, Dennis M. Riggan, Dave C. Fritts, Peter Hoffmann, IUGONET プロジェクトチーム, "磁気嵐時におけるグローバルな地磁気変動と電離圏擾乱ダイナモについて", 第 2 回極域科学シンポジウム・第 35 回極域宙空圏シンポジウム, 2011 年 11 月 15 日, 立川.

Abe, S., A. Shinbori, H. Hayashi, D. Ikeda, D. McNamara, J. K. Ishituka, K. Yumoto, T. Tsuda, and IUGONET Project Team, "Long-term relationship between the variations of equatorial electrojet and neutral wind in the mesosphere and thermosphere", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 130 回講演会, 2011 年 11 月 4 日, 神戸.

新堀淳樹, 小山幸伸, 能勢正仁, 林寛生, 大塚雄一, 堀智昭, 津田敏隆, IUGONET プロジ

エクトチーム, "地磁気静穏日変化に見られる超高層大気の長期変動について", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 130 回講演会, 2011 年 11 月 4 日, 神戸.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 新堀淳樹, 阿部修司, 河野貴久, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 鍵谷将人, 吉田大紀, 田所裕康, 元場哲郎, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET プロジェクトの進捗報告 -平成 23 年度-", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 130 回講演会, 2011 年 11 月 4 日, 神戸.

新堀淳樹, 小山幸伸, 林寛生, 能勢正仁, 大塚雄一, 堀智昭, 津田敏隆, IUGONET プロジェクトチーム, "地磁気日変化の振幅に見られる超高層大気の長期変動について", 磁気圏・電離圏複合系における対流に関する研究会, 2011 年 9 月 29 日, 名古屋.

新堀淳樹, 田中良昌, 辻裕司, 菊池崇, 林寛生, 富川喜弘, 長妻努, 堤雅基, IUGONET プロジェクトチーム, "磁気嵐時におけるグローバル地磁気変動と熱圏風変動について", 磁気圏・電離圏複合系における対流に関する研究会, 2011 年 9 月 28 日, 名古屋.

Hayashi, H., Y. Koyama, T. Hori, Y. Tanaka, M. Kagitani, A. Shinbori, S. Abe, T. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, N. Kaneda, M. Yoneda, H. Tadokoro, T. Motoba, and IUGONET project team, "Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET)", The First ICUS World Data System Conference, Sep. 5, 2011, Kyoto, Japan.

新堀淳樹, 小山幸伸, 林寛生, 能勢正仁, 大塚雄一, 堀智昭, 津田敏隆, IUGONET プロジェクトチーム, "地磁気日変化の振幅に見られる超高層大気の長期変動について", 中間圏・熱圏・電離圏(MTI)研究会, 2010 年 8 月 30 日, 福岡.

熊本篤志, 米田瑞生, 三澤浩昭, 土屋史紀, 岩井一正, 寺田直樹, 小野高幸, "東北大学惑星電波観測所取得データによる研究について", 第 179 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2011 年 8 月 4 日, 京都.

阿部修司, 新堀淳樹, 林寛生, 池田大輔, 湯元清文, 津田敏隆, IUGONET プロジェクトチーム, "赤道ジェット電流の強度変動と熱圏・中間圏における大気擾乱との関係", 第 179 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2011 年 8 月 4 日, 京都.

新堀淳樹, 小山幸伸, 林寛生, 能勢正仁, 大塚雄一, 堀智昭, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET サイエンスタスクチームの活動報告と地磁気日変化の振幅に見られる超高層大気の長期変動", 第 179 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2011 年 8 月 4 日, 京都.

田中良昌, 新堀淳樹, 鍵谷将人, 堀智昭, 阿部修司, 小山幸伸, 林寛生, 吉田大紀, 河野貴久, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 田所裕康, 元場哲郎, 三好由純, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET 解析ソフトウェア UDAS の公開", 第 179 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2011 年 8 月 3 日, 京都.

小山幸伸, 阿部修司, 堀智昭, 林寛生, 田中良昌, 新堀淳樹, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生,

元場哲郎, 河野貴久, 吉田大紀, 鍵谷将人, 田所裕康, "IUGONET メタデータ・データベースの公開", 第 179 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2011 年 8 月 3 日, 京都.

堀智昭, 鍵谷将人, 米田瑞生, 田中良昌, 林寛生, 新堀淳樹, 吉田大紀, 小山幸伸, 上野悟, 阿部修司, 河野貴久, 金田直樹, 田所裕康, 元場哲郎, IUGONET 研究機関プロジェクトメンバー, "IUGONET メタデータの作成、アーカイブの状況について", 第 179 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2011 年 8 月 3 日, 京都.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 新堀淳樹, 鍵谷将人, 阿部修司, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 田所裕康, 元場哲郎, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET プロジェクトの進捗 - 平成 23 年度中間報告 -", 第 179 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2011 年 8 月 3 日, 京都.

Hayashi, H., Y. Koyama, T. Hori, Y. Tanaka, M. Kagitani, A. Shinbori, S. Abe, T. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, N. Kaneda, M. Yoneda, and IUGONET project team, "Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET)", XXV IUGG General Assembly, Jul. 2, 2011, Melbourne, Australia.

新堀淳樹, 小山幸伸, 林寛生, 能勢正仁, 津田敏隆, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET 観測データに基づく地磁気静穏日変化と熱圏風の長期変動について", 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011 年 5 月 27 日, 千葉.

Hayashi, H., Y. Koyama, T. Hori, Y. Tanaka, M. Kagitani, A. Shinbori, S. Abe, T. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, N. Kaneda, M. Yoneda, and IUGONET project team, "Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET)", JpGU International Symposium 2011, May 26, 2011, Chiba, Japan. [Invited]

堀智昭, 林寛生, 小山幸伸, 田中良昌, 鍵谷将人, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 河野貴久, 金田直樹, 新堀淳樹, 田所裕康, "超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究(IUGONET)プロジェクトについて", 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011 年 5 月 25 日, 千葉.

小山幸伸, 吉田大紀, 林寛生, 新堀淳樹, 堀智昭, 阿部修司, 河野貴久, 金田直樹, 田中良昌, 上野悟, 鍵谷将人, 田所裕康, "IUGONET プロジェクトにおけるソーシャルメディアの利用", 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011 年 5 月 24 日, 千葉.

Shinbori, A., Y. Tanaka, M. Kagitani, H. Hayashi, "Development of integrated analysis software of observation data in the upper atmosphere", Recent Advances in Observational Studies of the Tropical Atmosphere and Ionosphere, Mar. 29, 2011, Tirupati, India.

H. Hayashi, Y. Koyama, T. Hori, Y. Tanaka, M. Kagitani, A. Shinbori, S. Abe, H. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, N. Kaneda, and IUGONET project team,

"Introduction to a metadata database developed by the Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET) project", Recent Advances in Observational Studies of the Tropical Atmosphere and Ionosphere, Mar. 29, 2011, Tirupati, India.

Shinbori, A., H. Hayashi, Y. Koyama, S. Nose, S. Ueno, H. Isobe, A. Asai, M. Yokoyama, "Long-term analysis of geomagnetic solar quiet daily (Sq) variation and neutral winds in the mesosphere and lower thermosphere (MLT) region using the IUGONET observation data", Recent Advances in Observational Studies of the Tropical Atmosphere and Ionosphere, Mar. 28, 2011, Tirupati, India.

新堀淳樹, 辻裕司, 菊池崇, 荒木徹, 池田昭大, 魚住禎司, S. I. Solov'yev, Boris M. Shevtsov, Roland Emerito S. Otadoy, 歌田久司, 長妻努, 湯元清文, IUGONET プロジェクトチーム, "高緯度から磁気赤道域における磁気急始(SC)の磁場振幅の季節依存性について", 名古屋大学太陽地球環境研究所・研究集会「電磁圏物理学シンポジウム」, 2011年3月1日, 福岡.

河野貴久, 小山幸伸, 堀智昭, 阿部修司, 吉田大紀, 林寛生, 新堀淳樹, 田中良昌, 鍵谷将人, 上野悟, 金田直樹, 田所裕康, "DSpace を用いた超高層物理学のためのメタデータ・データベースの構築", 第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2011年2月28日, 伊豆.

新堀淳樹, 林寛生, 小山幸伸, 能勢正仁, 上野悟, 磯部洋明, 浅井歩, 横山正樹, "IUGONET 観測データに基づく地磁気日変化と熱圏風の長期トレンドについて", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報データベースの現状とその活用』, 2011年2月24日, 名古屋.

上野悟, 新堀淳樹, 磯部洋明, 浅井歩, 横山正樹, 林寛生, "太陽物理学との連携による超高層大気変動現象の研究", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報データベースの現状とその活用』, 2011年2月24日, 名古屋.

田中良昌, 新堀淳樹, 鍵谷将人, 堀智昭, 林寛生, 阿部修司, 小山幸伸, 吉田大紀, 河野貴久, 上野悟, 金田直樹, 田所裕康, 三好由純, "IUGONET 解析ソフトウェア公開に向けて", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報データベースの現状とその活用』, 2011年2月23日, 名古屋.

小山幸伸, 林寛生, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 新堀淳樹, 河野貴久, 吉田大紀, 阿部修司, 上野悟, 金田直樹, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET メタデータ・データベースの構築", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報データベースの現状とその活用』, 2011年2月23日, 名古屋.

堀智昭, 鍵谷将人, 田中良昌, 林寛生, 新堀淳樹, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 小山幸伸, 河野貴久, 金田直樹, 田所裕康, IUGONET 研究機関プロジェクトメンバー, "IUGONET メタデータの作成とアーカイブの現状", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報データベースの現状とその活用』, 2011年2月23日, 名

古屋.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 新堀淳樹, 河野貴久, 吉田大紀, 阿部修司, 上野悟, 金田直樹, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET プロジェクトの進捗 - 平成 22 年度年度末報告 -", 名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会『地球科学メタ情報データベースの現状とその活用』, 2011 年 2 月 23 日, 名古屋.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 新堀淳樹, 河野貴久, 吉田大紀, 阿部修司, 上野悟, 金田直樹, "IUGONET プロジェクトについて", WDS 国内シンポジウム(第一回), 2011 年 2 月 1 日, 小金井.

新堀淳樹, 林寛生, 上野悟, 磯部洋明, 浅井歩, 横山正樹, "IUGONET データベースを利用した生存圏科学萌芽研究", 太陽研究会「太陽の多角的観測と宇宙天気研究の新展開 2011」, 2011 年 1 月 12 日, 京都.

上野悟, 磯部洋明, 浅井歩, 林寛生, 新堀淳樹, 横山正樹, "生存圏科学萌芽研究課題『太陽物理学との連携による超高層大気変動現象の研究』の目指す科学とその中間報告", 太陽研究会「太陽の多角的観測と宇宙天気研究の新展開 2011」, 2011 年 1 月 12 日, 京都.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 新堀淳樹, 鍵谷将人, 河野貴久, 阿部修司, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, "IUGONET メタデータベース開発 2010 年の進捗報告", 太陽研究会「太陽の多角的観測と宇宙天気研究の新展開 2011」, 2011 年 1 月 12 日, 京都.

新堀淳樹, 林寛生, 上野悟, 磯部洋明, 浅井歩, 横山正樹, "太陽活動と高層大気の長期変化(地球側)", 第 160 回生存圏シンポジウム 第 3 回宇宙環境・利用シンポジウム「太陽活動と地球・惑星大気」, 2010 年 12 月 20 日, 宇治.

新堀淳樹, 西村幸敏, 辻裕司, 菊池崇, 長妻努, 亘慎一, IUGONET メンバー, "磁気嵐時におけるグローバルな地磁気変動", 極地宇宙空間シンポジウム 2010, 2010 年 12 月 3 日, 立川.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 新堀淳樹, 鍵谷将人, 河野貴久, 阿部修司, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, "IUGONET メタデータ・データベースを利用した極域科学研究", 第 1 回極域科学シンポジウム「極域大気圏を通して探る地球規模環境変動」, 2010 年 12 月 2 日, 立川.

小山幸伸, 河野貴久, 阿部修司, 新堀淳樹, 堀智昭, 林寛生, 吉田大紀, 田中良昌, 鍵谷将人, 上野悟, 金田直樹, "IUGONET メタデータ・データベースの構築", 第 3 回データ科学ワークショップ(科学情報学研究会), 2010 年 11 月 26 日, つくば.

湯元清文, 阿部修司, 山崎洋介, 魚住禎司, 吉川顕正, 藤本晶子, 篠原学, Jusoh Mohamad Huzaimy, IUGONET プロジェクトチーム, MAGDAS/CPMN グループ, "Long-term Sun-Earth system variations based on MAGDAS/CPMN data", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 128 回講演会, 2010 年 11 月 3 日, 那覇.

荻野竜樹, 藤井良一, 堀智昭, 河野貴久, 海老原祐輔, IUGONET プロジェクトチーム, "CAWSES-II と宇宙気候の研究", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 128 回講演会, 2010

年 11 月 3 日, 那覇.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 新堀淳樹, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET プロジェクトの進捗について", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 128 回講演会, 2010 年 11 月 3 日, 那覇.

小山幸伸, 河野貴久, 阿部修司, 新堀淳樹, 堀智昭, 林寛生, 吉田大紀, 田中良昌, 鍵谷将人, 上野悟, 金田直樹, "IUGONET メタデータ・データベースの紹介", 「高高度発光現象の同時観測」に関する平成 22 年度第 1 回研究会, 2010 年 10 月 23 日, 高知.

新堀淳樹, 辻裕司, 菊池崇, 荒木徹, 林寛生, 津田敏隆, 池田昭大, 魚住禎司, R. E. S. Otadoy, 歌田久司, B. M. Shevtsov, S. I. Solovyev, 長妻努, 湯元清文, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET 観測データに基づく赤道域における磁気急始(SC)の磁場振幅の季節依存性", STE 現象報告会 2010, 2010 年 10 月 8 日, 小金井.

小山幸伸, 河野貴久, 阿部修司, 新堀淳樹, 堀智昭, 林寛生, 吉田大紀, 田中良昌, 鍵谷将人, 上野悟, 金田直樹, "太陽地球系物理学におけるメタデータ・データベースの構築", RIMS 研究集会/SPARC Japan セミナー「数学におけるデジタルライブラリー構築へ向けて」, 2010 年 9 月 16 日, 京都.

新堀淳樹, 辻裕司, 菊池崇, 荒木徹, 林寛生, 津田敏隆, 池田昭大, 魚住禎司, R. E. S. Otadoy, 歌田久司, B. M. Shevtsov, S. I. Solovyev, 長妻努, 湯元清文, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET 観測データに基づく赤道帯における磁気急始(SC) の日変化の季節依存性 -熱圏-中間圏における中性大気風との関連性-", 現象解析ワークショップ, 2010 年 9 月 8 日, 名古屋.

田中良昌, 鍵谷将人, 新堀淳樹, 堀智昭, 小山幸伸, 林寛生, 上野悟, 阿部修司, 吉田大紀, 河野貴久, 三好由純, 金田直樹, "IUGONET の解析ソフトウェアの紹介", 多点衛星・地上データ解析による磁気圏ダイナミクス研究会, 2010 年 8 月 19 日, 高知.

田中良昌, 鍵谷将人, 新堀淳樹, 堀智昭, 小山幸伸, 林寛生, 上野悟, 阿部修司, 吉田大紀, 河野貴久, 三好由純, 金田直樹, "IUGONET 解析ソフトウェアの開発", 第 154 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2010 年 8 月 16 日, 立川.

小山幸伸, 河野貴久, 阿部修司, 新堀淳樹, 堀智昭, 林寛生, 吉田大紀, 田中良昌, 鍵谷将人, 上野悟, 金田直樹, "IUGONET メタデータ・データベースの構築", 第 154 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2010 年 8 月 16 日, 立川.

堀智昭, 鍵谷将人, 田中良昌, 林寛生, 新堀淳樹, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 小山幸伸, 河野貴久, 金田直樹, 田所裕康, "IUGONET メタデータの作成、アーカイブの状況について", 第 154 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2010 年 8 月 16 日, 立川.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 新堀淳樹, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET プロジェクトの進

抄・平成 22 年度中間報告 -", 第 154 回生存圏シンポジウム「メタ情報のデータベースを利用した分野横断型地球科学研究の進展」, 2010 年 8 月 16 日, 立川.

Hayashi, H., T. Hori, Y. Koyama, Y. Tanaka, M. Kagitani, T. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, N. Kaneda, S. Abe, Y. Miyoshi, M. Okada, T. Nakamura, and M. Nose, "Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET)", AOGS 7th Annual Meeting, Jul. 8, 2010, Hyderabad, India. [Invited]

堀智昭, 小山幸伸, 田中良昌, 鍵谷将人, 林寛生, 新堀淳樹, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 河野貴久, 金田直樹, 田所裕康, "IUGONET のメタデータ DB・統合解析ツールが開くサイエンスについて", CAWSES-II キックオフシンポジウム, 2010 年 6 月 17 日, 宇治. [招待講演]

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 阿部修司, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 新堀淳樹, "Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET)", CAWSES-II キックオフシンポジウム, 2010 年 6 月 17 日, 宇治. [招待講演]

Hayashi, H., Y. Koyama, T. Hori, Y. Tanaka, M. Kagitani, T. Kouno, D. Yoshida, S. Ueno, N. Kaneda, S. Abe, Y. Miyoshi, M. Okada, T. Nakamura, and M. Nose, "Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET) - Development of metadata database -", JpGU Meeting 2010, May 26, 2010, Chiba, Japan.

堀智昭, 鍵谷将人, 田中良昌, 林寛生, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 小山幸伸, 河野貴久, 金田直樹, 三好由純, 中村卓司, 岡田雅樹, "IUGONET メタデータ・データベースで用いるメタデータフォーマットについて", 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, 2010 年 5 月 24 日, 千葉.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, 三好由純, 岡田雅樹, 中村卓司, 能勢正仁, "IUGONET プロジェクトについて", 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, 2010 年 5 月 24 日, 千葉. [招待講演]

Hayashi, H., T. Hori, Y. Koyama, Y. Tanaka, D. Yoshida, S. UeNo, M. Kagitani, T. Kouno, S. Abe, N. Kaneda, Y. Miyoshi, M. Okada, M. Nose, and T. Nakamura, "Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET) - Development of metadata database -", MLT Radar Workshop, Mar. 8, 2010, Singapore, Singapore.

阿部修司, 林寛生, 堀智昭, 鍵谷将人, 田中良昌, 上野悟, 吉田大紀, 小山幸伸, 河野貴久, 金田直樹, 三好由純, 中村卓司, 岡田雅樹, "大学間連携プロジェクト～超高層大気長期変動の全地球上ネットワーク観測・研究～について", 平成 21 年度・第 2 回 STE (太陽地球環境) 現象報告会, 2010 年 3 月 5 日, 福岡.

小山幸伸, 河野貴久, 林寛生, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 吉田大紀, 上野悟, 阿部修司, 三好由純, 金田直樹, 能勢正仁, 岡田雅樹, "超高層物理学分野におけるメタデータ・デ

ータベースの構築", 第 2 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2010 年 3 月 1 日, 淡路.

林寛生, 堀智昭, 小山幸伸, 田中良昌, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, 鍵谷将人, 三好由純, 岡田雅樹, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究』 - メタデータ・データベースの開発 -", GEMSIS 磁気圏電離圏ワークショップ:実証型ジオスペースモデリングに向けて, 2010 年 2 月 19 日, 名古屋.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, 三好由純, 岡田雅樹, 中村卓司, IUGONET プロジェクトチーム, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究』 今後の開発スケジュール", 『地球科学メタ情報のデータベース:現状とその利用』および『大学間連携事業(「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」)の進展』, 2010 年 2 月 2 日, 名古屋.

田中良昌, 阿部修司, 堀智昭, 小山幸伸, 吉田大紀, 林寛生, 鍵谷将人, 河野貴久, 上野悟, 三好由純, 金田直樹, IUGONET プロジェクトチーム, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究』 作業グループ別進捗報告(3):解析ソフトウェア調査", 『地球科学メタ情報のデータベース:現状とその利用』および『大学間連携事業(「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」)の進展』, 2010 年 2 月 2 日, 名古屋.

小山幸伸, 河野貴久, 金田直樹, 鍵谷将人, 林寛生, 堀智昭, 吉田大紀, 上野悟, 田中良昌, 阿部修司, 岡田雅樹, 三好由純, 能勢正仁, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究』 作業グループ別進捗報告(2):リポジトリソフトウェア調査", 『地球科学メタ情報のデータベース:現状とその利用』および『大学間連携事業(「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」)の進展』, 2010 年 2 月 2 日, 名古屋.

堀智昭, 鍵谷将人, 田中良昌, 林寛生, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 小山幸伸, 河野貴久, 金田直樹, 三好由純, 中村卓司, 岡田雅樹, IUGONET プロジェクトチーム, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究』 作業グループ別進捗報告(1):メタデータフォーマット調査・策定", 『地球科学メタ情報のデータベース:現状とその利用』および『大学間連携事業(「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」)の進展』, 2010 年 2 月 2 日, 名古屋.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 鍵谷将人, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, 三好由純, 岡田雅樹, 中村卓司, IUGONET プロジェクトチーム, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究』 平成 21 年度成果報告", 『地球科学メタ情報のデータベース:現状とその利用』および『大学間連携事業(「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」)の進展』, 2010 年 2 月 2 日, 名古屋.

上野悟, 金田直樹, 柴田一成, "大学間連携事業「超高層大気長期変動の全地球上ネットワー

ク観測・研究」の紹介と飛騨天文台におけるデータ共有化に向けた取り組み", 太陽研究会「太陽の多角的観測と宇宙天気研究の新展開」, 2009 年 12 月 25 日, 日野.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 河野貴久, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, 鍵谷将人, 三好由純, 岡田雅樹, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究』 - メタ情報データベースの開発 -", 地球科学におけるデータ可視化への Geobrowser の活用に関する研究集会, 2009 年 11 月 30 日, 京都.

林寛生, 小山幸伸, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, 三好由純, 堀智昭, 河野貴久, 岡田雅樹, 田中良昌, 鍵谷将人, "超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究 - メタ情報データベースの開発状況に関して -", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 126 回 講演会, 2009 年 9 月 29 日, 金沢.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, 三好由純, 河野貴久, 岡田雅樹, 田中良昌, 鍵谷将人, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究』 - メタ情報データベースの開発 -", 地球電磁気・地球惑星圏学会 データ問題検討分科会, 2009 年 9 月 28 日, 金沢.

林寛生, 小山幸伸, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司, 三好由純, 堀智昭, 河野貴久, 中村卓司, 岡田雅樹, 鍵谷将人, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究』 - メタ情報データベースの開発 -", 宇宙天気研究会, 2009 年 8 月 20 日, 京都.

講演(ポスター発表)

林寛生, 堀智昭, 田中良昌, 小山幸伸, 新堀淳樹, 阿部修司, 梅村宜生, 米田瑞生, 上野悟, 金田直樹, 鍵谷将人, 河野貴久, 吉田大紀, 元場哲郎, 田所裕康, IUGONET プロジェクトチーム, "Distribution of polar upper atmospheric data and promotion of polar science by the IUGONET project", 極地研究集会「極域観測研究の過去・現在・未来」, 2012 年 1 月 17 日, 立川.

Shinbori, A., Y. Koyama, H. Hayashi, M. Nose, T. Hori, Y. Otsuka, T. Tsuda, H. Hiroo and IUGONET Project Team, "Long-term Variation in the Upper Atmosphere as Seen in the Amplitude of the Geomagnetic Solar Quiet Daily Variation", The 2nd Nagoya Workshop on the Relationship between Solar Activity and Climate Changes, Jan. 16, 2012, Nagoya, Japan.

Shinbori, A., Y. Koyama, H. Hayashi, M. Nose, T. Hori, Y. Otsuka, T. Tsuda, IUGONET Project Team, "Long-term variation in the upper atmosphere as seen in the amplitude of the geomagnetic solar quiet daily variation", AGU Fall Meeting 2011, Dec. 9, 2011, San Francisco, California.

Tanaka, Y., A. Yukimatsu, N. Sato, T. Hori, and K. Yumoto, "Deformation of the ionospheric current around the dawn/dusk terminators", AGU Fall Meeting 2011, Dec. 7, 2011, San Francisco, California.

Hayashi, H., Y. Tanaka, T. Hori, Y. Koyama, A. Shinbori, S. Abe, M. Kagitani, T. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, N. Kaneda, M. Yoneda, H. Tadokoro, T. Motoba, N. Umemura, and IUGONET project team, "Metadata database and data analysis software for the ground-based upper atmospheric data developed by the IUGONET project", AGU Fall Meeting 2011, Dec. 6, 2011, San Francisco, California.

林寛生, 小山幸伸, 堀智昭, 田中良昌, 新堀淳樹, 阿部修司, 上野悟, 金田直樹, 米田瑞生, 梅村宜生, 鍵谷将人, 河野貴久, 吉田大紀, 元場哲郎, 田所裕康, "IUGONET プロジェクトによる超高層大気研究のためのメタデータデータベースおよび解析ソフトウェアの開発", 第2回極域科学シンポジウム・第35回極域宙空圏シンポジウム, 2011年11月15日, 立川.

新堀淳樹, 辻裕司, 菊池崇, 荒木徹, 池田昭大, 魚住禎司, Baishev Dmitry, Shevtsov Boris M., Otadov Roland E. S., 歌田久司, 長妻努, 湯元清文, IUGONET プロジェクトチーム, "高緯度から磁気赤道域までの磁気急始 (SC) の磁場振幅の季節変化の緯度依存性", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第130回講演会, 2011年11月5日, 神戸.

小山幸伸, 田中良昌, 堀智昭, 阿部修司, 新堀淳樹, 林寛生, 三好由純, 上野悟, 梅村宜生, 金田直樹, 米田瑞生, 元場哲郎, 河野貴久, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET によるメタデータ・データベースおよび解析ソフトウェアの公開", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第130回講演会, 2011年11月5日, 神戸.

Shinbori, A., Y. Tsuji, T. Kikuchi, T. Araki, A. Ikeda, T. Uozumi, S. I. Solovveyev, B. M. Shevtsov, R. E. S. Otadov, H. Utada, T. Nagatsuma, H. Hayashi, K. Yumoto and IUGONET project team, "Seasonal dependence of geomagnetic field variations on the ground associated with geomagnetic sudden commencements", XXV IUGG General Assembly, Jul. 6, 2011, Melbourne, Australia.

上野悟, 新堀淳樹, 林寛生, 磯部洋明, 浅井歩, 横山正樹, "太陽物理学との連携による超高層大気変動現象の研究", 第175回生存圏シンポジウム, 2011年6月15日, 宇治.

Koyama, Y., T. Kouno, T. Hori, S. Abe, D. Yoshida, H. Hayashi, A. Shinbori, Y. Tanaka, M. Kagitani, S. UeNo, N. Kaneda and H. Tadokoro, "Metadata Database for Geoscience by using DSpace", The 6th International Conference on Open Repositories, Jun. 8, 2011, Austin, Texas.

Shinbori, A., Y. Tsuji, T. Kikuchi, T. Araki, A. Ikeda, T. Uozumi, S. I. Solovveyev, B. Shevtsov, R. S. Otadov, H. Utada, T. Nagatsuma, H. Hayashi, T. Tsuda, K. Yumoto, and IUGONET project team, "Seasonal dependence of magnetic field variations from subauroral latitude to the magnetic equator during geomagnetic sudden commencements", AGU 2010 Fall Meeting, Dec. 16, 2010, San Francisco, California.

Hayashi, H., Y. Tanaka, T. Hori, Y. Koyama, M. Kagitani, A. Shibori, S. Abe, T. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, N. Kaneda, and IUGONET project team, "Inter-university

Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET)", AGU 2010 Fall Meeting, Dec. 15, 2010, San Francisco, California.

堀智昭, 林寛生, 小山幸伸, 田中良昌, 鍵谷将人, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 河野貴久, 金田直樹, 新堀淳樹, 田所裕康, "超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究 (IUGONET) プロジェクトについて", 第 34 回極域宙空圏シンポジウム, 2010 年 12 月 2 日, 立川.

鍵谷将人, 小野高幸, 寺田直樹, 加藤雄人, 笠羽康正, 岡野章一, 坂野井健, 三澤浩昭, 熊本篤志, 岩井一正, IUGONET プロジェクトチーム, "東北大学における惑星・宇宙物理学データベース構築への取り組み", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 128 回講演会, 2010 年 11 月 2 日, 那覇.

新堀淳樹, 林寛生, 能勢正仁, 小山幸伸, 津田敏隆, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET 観測データに基づく地磁気静穏日変化と熱圏風の長期トレンドについて", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 128 回講演会, 2010 年 11 月 2 日, 那覇.

田中良昌, 小山幸伸, 堀智昭, 鍵谷将人, 林寛生, 河野貴久, 新堀淳樹, 上野悟, 吉田大紀, 阿部修司, 金田直樹, 三好由純, 田所裕康, IUGONET プロジェクトチーム, "IUGONET によるメタデータデータベースおよび解析ソフトウェアの開発", 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 128 回講演会, 2010 年 11 月 2 日, 那覇.

小山幸伸, 田中良昌, 河野貴久, 堀智昭, 阿部修司, 林寛生, 新堀淳樹, 鍵谷将人, 吉田大紀, 上野悟, 金田直樹, "太陽地球系科学の為のメタデータ・データベース", 研究集会「青い地球の地震学」, 2010 年 9 月 30 日, 東京.

Hayashi, H., Y. Koyama, T. Hori, Y. Tanaka, M. Kagitani, A. Shimbori, T. Kouno, D. Yoshida, S. UeNo, N. Kaneda, S. Abe, and IUGONET project team, "Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET)", International Symposium on the 25th Anniversary of the MU Radar, Sep. 2, 2010, Uji, Japan.

Koyama, Y., T. Kouno, H. Hayashi, T. Hori, Y. Tanaka, D. Yoshida, S. UeNo, M. Kagitani, S. Abe, A. Shinbori, and N. Kaneda, "Adaptation of DSpace to Geoscience", The 5th International Conference on Open Repositories, Jul. 6, 2010, Madrid, Spain.

小山幸伸, 田中良昌, 河野貴久, 林寛生, 堀智昭, 鍵谷将人, 吉田大紀, 上野悟, 阿部修司, 新堀淳樹, 金田直樹, "IUGONET メタデータ・データベースシステムの構築", CAWSES-II キックオフシンポジウム, 2010 年 6 月 16 日, 宇治.

小山幸伸, 田中良昌, 河野貴久, 林寛生, 堀智昭, 鍵谷将人, 吉田大紀, 上野悟, 阿部修司, 金田直樹, 三好由純, 能勢正仁, 岡田雅樹, "IUGONET メタデータ・データベースシステムの構築", 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, 2010 年 5 月 24 日, 千葉.

田中良昌, 林寛生, 堀智昭, 小山幸伸, 吉田大紀, 河野貴久, 三好由純, 阿部修司, 上野悟, 金田直樹, 鍵谷将人, 岡田雅樹, "大学間連携プロジェクト「超高層大気長期変動の全球

地上ネットワーク観測・研究」メタデータ・データベースの開発", 国際極年 2007-2008
シンポジウムー地球規模の変動現象と極域の役割りー 2010 年 3 月 1 日, 東京.

林寛生, 堀智昭, 小山幸伸, 吉田大紀, 河野貴久, 三好由純, 上野悟, 金田直樹, 阿部修司,
鍵谷将人, 田中良昌, 岡田雅樹, "大学間連携プロジェクト『超高層大気長期変動の全球
地上ネットワーク観測・研究』メタデータ・データベースの開発", 国立極地研究所 第
33 回 極域宙空圏シンポジウム, 2009 年 11 月 12 日, 立川.